ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 JANVIER 1906.

PRÉSIDENCE DE M. H. POINCARÉ.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une méthode permettant de déterminer la constante d'un électrodynamomètre absolu à l'aide d'un phénomène d'induction.* Note de M. G. **Lippmann**.

On a toujours déterminé la constante d'un électrodynamomètre absolu par le calcul. Ce calcul est très long. En outre, la précision du calcul implique l'emploi de bobines solides, de grandes dimensions, et à une seule couche de fil; la sensibilité de l'appareil exige l'emploi de bobines mobiles légères, et à plusieurs couches de fil; il y a donc incompatibilité entre ces conditions diverses, et c'est là ce qui rend difficile la construction d'un bon électrodynamomètre absolu.

Méthode. — Supposons qu'il s'agisse d'un électrodynamomètre-balance, composé d'un système de bobines mobiles en présence de bobines fixes. On veut connaître la constante de l'appareil, c'est-à-dire la force due au passage d'un courant égal à l'unité. On sait que cette constante est égale à $\frac{dP}{dx}$, P étant le potentiel du système fixe sur le système mobile, et x étant le déplacement de ce dernier.

Pour déterminer la constante, il suffit de connaître la valeur de P pour une valeur quelconque de x. A cet effet, supposons que l'on ait construit un appareil à induction voltaïque dont la constante L soit bien connue : L est le potentiel réciproque des deux bobines de l'appareil à in-

duction. On mesure exactement le rapport de P à L, et par conséquent l'on connaît P. On détermine ainsi la valeur P_0 que prend P quand l'électrodynamomètre est au zéro; puis la valeur P_h correspondante qui a lieu quand le système mobile a été déplacé de h^{cm}.

Le quotient $\frac{P_0 - P_h}{h}$ est égal à $\frac{\partial P}{\partial x}$, c'est-à-dire à la constante de l'électrodynamomètre-balance.

Au lieu d'un électrodynamomètre balance où l'équilibre est établi par une force, on peut vouloir graduer un électrodynamomètre à bobine inclinante, où l'équilibre est établi par le moment d'une force ([1]). Il faut alors mesurer la valeur P_0 que prend P quand l'appareil est au zéro, puis la valeur P_α qui a lieu quand la bobine mobile est maintenue déviée d'un angle α. Le quotient $\frac{P_0 - P_\alpha}{\alpha}$ est égal à $\frac{\partial P}{\partial \alpha}$, c'est-à-dire à la constante de l'électrodynamomètre, ou au moment développé par l'unité de courant.

Il reste à indiquer comment on peut mesurer le rapport $\frac{P}{L}$ et, d'autre part, comment on peut connaître exactement la valeur de L.

Mesure du rapport $\frac{P}{L}$. La mesure de ce rapport peut se faire avec une très grande précision par une méthode de zéro qui est la suivante. Un courant de pile est envoyé dans la bobine inductrice de l'appareil à induction et interrompu n fois par seconde. Si l'on fait passer les courants induits de rupture à travers un circuit de résistance R, la quantité totale d'électricité induite par seconde est $\frac{nLI}{R}$, I étant l'intensité maxima du courant inducteur. Faisons passer en même temps le courant inducteur à travers les bobines fixes de l'électrodynamomètre et fermons la bobine mobile, qui fonctionne comme bobine induite, sur une résistance R'; la quantité d'électricité induite est $\frac{nP}{R'}$. Les deux circuits induits comprennent les deux bobines d'un galvanomètre différentiel; on dispose de R et de R' de manière que le galvanomètre reste au zéro.

La condition d'équilibre est

$$\frac{nLI}{R} = \frac{nPI}{R'}.$$

Les valeurs de n et de I sont les mêmes de part et d'autre; ces grandeurs disparaissent donc de l'équation; on n'a pas à s'en occuper et l'équation d'équilibre se

([1]) J'ai proposé l'emploi de ces appareils en 1882 (*Comptes rendus*, t. XCV, p. 1348).

réduit à

$$P = L \times \frac{R'}{R}.$$

Le rapport des résistances $\frac{R}{R'}$ est donc seul à mesurer; il est donné avec une grande approximation par un pont de Wheatstone.

Détermination de la constante L. — La constante L est le potentiel réciproque de deux bobines fixes, inductrice et induite.

Ces appareils étant fixes, on peut leur donner de grandes dimensions, qui se prêtent à une détermination exacte de L. C'est là précisément l'avantage de la méthode que j'ai l'honneur de proposer. On peut de plus leur donner une forme qui rende le calcul de L singulièrement simple.

Tel est le dispositif imaginé par M. A. Guillet (1) :

L'inducteur est une bobine de longueur l; l'induit se compose de n bobines conaxiales avec l'inducteur, et dont chacune est distante de la précédente d'une longueur l. Ce système équivaut à une seule bobine induite actionnée par un inducteur de longueur nl. On prend nl assez grand pour que le calcul de L se fasse très aisément.

Cas d'un électrodynamomètre symétrique. — La méthode indiquée plus haut est applicable à un électrodynamomètre quelconque, Lorsqu'on a le soin, comme on le fait d'ordinaire, de donner à l'instrument une forme symétrique, l'application de la méthode est simplifiée. En raison de la symétrie, P_0 est nul. Il suffit donc de mesurer P_h, et de diviser par h, pour obtenir la constante cherchée.

P_h croissant avec h à partir de zéro, on peut profiter de cette circonstance pour opérer comme il suit : faire croître graduellement P_h, en augmentant h, jusqu'à ce que $P_h = L$; pour constater cette égalité, mettre les deux induits à comparer dans le circuit d'un galvanomètre ordinaire, et disposer de h pour que le galvanomètre reste au zéro.

L'électrodynamomètre à bobine inclinante est symétrique. On a encore $P_0 = 0$. Il suffit donc d'incliner graduellement la bobine jusqu'à ce que le galvanomètre reste au zéro, et à mesurer l'angle α.

En résumé, pour déterminer la constante d'un électrodynamomètre symétrique, l'expérience de mesure consiste à constater l'équilibre d'un galvanomètre, puis à mesurer soit un angle, soit une longueur.

---

(1) *Thèse de Physique*, Paris, 1899 (*Journal de Physique*, 1899).

M. **Radau**, Président du Bureau des Longitudes, présente à l'Académie la *Connaissance des Temps pour l'an* 1908.

M. **Mascart** fait hommage à l'Académie de deux fascicules des *Annales du Bureau central météorologique*, qu'il publie en qualité de Directeur du Bureau.

CORRESPONDANCE.

MM. **Émile Borel**, **J. Costantin**, **J. Dechery**, **Gallaud**, **Gossot**, **Kapteyn**, **Liouville**, **Louis Lapicque** et Mme **Lapicque**, **Laurent**, **Paul Sabatier**, **J.-B. Senderens** adressent des remercîments à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux.

ASTRONOMIE. — *Sur les comètes et la courbure de la trajectoire solaire.* Note de M. **Émile Belot**, présentée par M. Poincaré.

D'après Schiaparelli, une masse agissant par attraction différentielle sur les molécules d'un nuage cosmique peut le résoudre en traînées allongées vers la masse attirante. On voit de ces traînées dans les Pléiades et dans Orion.

Supposons que les comètes proviennent, entre certaines limites de distance au Soleil, de traînées semblables T_1, T_2 dirigées le long de la trajectoire solaire vers l'apex et l'anti-apex.

Soit, pour fixer les idées, $\rho = 400\,000$ la distance moyenne au Soleil des comètes actuellement visibles lorsqu'elles étaient à l'origine dans ces traînées : ρ est de l'ordre des distances des étoiles les plus voisines.

Une comète partant de la distance ρ sans vitesse relative a mis 45 millions d'années à nous parvenir. Si, à la distance ρ, elle avait une vitesse relative de 3^{km} par seconde, elle a mis moins de 640 000 ans à parvenir au Soleil en parcourant une orbite à peine hyperbolique dont le demi-axe réel est égal à 100. Une comète nettement hyperbolique parviendrait au Soleil de la distance ρ en moins de 300 000 ans.

Ainsi, toute comète hyperbolique a dû, dès l'origine, disparaître rapide-

ment, absorbée soit par le Soleil non encore condensé, soit, lorsqu'elle s'en éloignait, par les masses cométaires qui s'en rapprochaient.

L'absence de comètes hyperboliques s'expliquerait ainsi par la sélection naturelle opérée par le temps entre elles et les comètes paraboliques.

Une autre conséquence peut se déduire de l'hypothèse précédente : les comètes paraboliques actuelles doivent pouvoir nous renseigner sur la direction qu'avaient, il y a 45 millions d'années, les traînées jalonnant la trajectoire solaire.

Je me suis servi de la Table de M. Holetschek contenant les éléments elliptiques de 355 comètes dont il suffit de corriger les π de la valeur de la précession. En désignant par D les comètes directes, R les rétrogrades, et répartissant les périhélies π sur le cercle de l'écliptique, on trouve les groupements indiqués au Tableau suivant dont les deux dernières colonnes donnent les $\mathcal{L}$ des maxima et minima constatés sur un arc de longitude de 20° :

Arcs $\mathcal{L}$.	Nombre des π.	Centres de gravité des π.	Maxima.	Minima.	
315° — 45°....	83	»	$\mathcal{L}_1 = 10°,34\pi$	$\mathcal{L}_1 = 30°,11\pi$	$\mathcal{L}_3 = 350°,10\pi$
45 — 135....	107 (61 D + 46 R)	89°24′	$\mathcal{L}_2 = 100,31\pi$	»	»
135 — 225....	60	»	»	$\mathcal{L}_2 = 180°,10\pi$	
225 — 315....	105 (46 D + 59 R)	270°26′	$\mathcal{L}_3 = 275,36\pi$	»	
90 — 270....	162 (82 D + 80 R)	»	»	»	
270 — 90....	193 (103 D + 90 R)	»	»	»	

L'existence des deux traînées T_1, T_2 paraît confirmée par l'accumulation des π dans les quadrants (225°-315°) et (45°-135°) contenant les longitudes de l'apex et de l'anti-apex, ainsi que par la position des maxima $\mathcal{L}_2$, $\mathcal{L}_3$.

Le maximum $\mathcal{L}_1 = 10$ compris entre les minima $\mathcal{L}_1 = 30$ et $\mathcal{L}_3 = 350°$ est dû à Jupiter, dont la longitude du périhélie est 11°55′.

La position des centres de gravité des π vers l'apex et l'anti-apex permet seulement de conclure que l'angle des tangentes actuelle et ancienne à la trajectoire solaire est faible et voisin de 1° puisque 270°26′ et 89°24′ diffèrent de 178°46′. Mais on peut, en outre, définir le sens de la courbure ancienne de la trajectoire solaire.

Soient $\mathcal{L} = 270° - \alpha$ la longitude actuelle de l'apex ; $\mathcal{L} = 270°$ cette longitude, il y a environ 45 millions d'années, lorsque les comètes actuelles étaient dans les traînées T_1, T_2 à la distance ρ. Construisons aux points $\mathcal{L} = 270°$, $\mathcal{L} = 90°$ les vitesses relatives V_1, V_2 de pénétration des comètes dans la sphère de rayon ρ en supposant à celle-ci la direction de translation de la sphère actuelle ρ_1. La vitesse absolue des comètes de la traînée T_1 est plus petite, et celle des comètes de la traînée T_2 plus grande que la vitesse de la translation solaire, puisque ces deux traînées se raccourcissent vers le Soleil.

Il en résulte que la vitesse V_1, issue de $\mathcal{L} = 270°$, sera déviée à droite de la ligne 90°-270° dans le sens des orbites directes dont les π seront en majorité vers la longitude opposée (90°); de même V_2, issue de $\mathcal{L} = 90°$, sera déviée à droite de la ligne (90°-270°) dans le sens des orbites rétrogrades, dont les π seront en majorité vers la longitude opposée (270°).

Une autre conséquence est que les comètes visibles ont pénétré dans la sphère ρ par des points dont $\mathcal{L} > 90°$ ou $\mathcal{L} < 270°$, ce qui produira une accumulation des π dans le demi-cercle (270°-90°).

Or, le Tableau montre cette accumulation des π : 193π de 270° à 90°, et 162π seulement de 90° à 270°. En outre, le quadrant 135°-215° est de beaucoup le plus pauvre en périhélies (60π).

Enfin, dans le quadrant 45°-135°, il y a prédominance des comètes D (61 D contre 46 R), tandis que la prédominance inverse (59 R contre 46 D) existe dans le quadrant opposé (225°-315°) comme la théorie nous l'indique.

Si la longitude de l'apex a été de 270° dans le passé, et si elle est actuellement $270° - \alpha$, on en conclut que le centre de courbure de la trajectoire solaire a été, anciennement, dans le plan de l'écliptique vers $\mathcal{L} = 180°$.

L'hypothèse par laquelle nous avons admis que les masses cométaires provenaient de traînées T_1, T_2 jalonnant la trajectoire solaire est la conséquence immédiate de la théorie présentée dans la Note insérée aux *Comptes rendus* (4 décembre 1905, p. 937) qui, par la considération de la vitesse V_0, laissait encore indécise la question de savoir si le centre de courbure de la trajectoire solaire avait été anciennement vers $\mathcal{L} = 0$ ou $\mathcal{L} = 180°$.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les transformations planes.* Note de M. HADAMARD, présentée par M. Painlevé.

1. Soient X et Y deux fonctions des variables x et y, définissant une transformation ponctuelle plane. L'inversion est-elle possible et univoque ? Autrement dit, les équations de transformation, considérées comme définissant x et y, en fonction de X et Y, admettent-elles (lorsque X et Y ont des valeurs données quelconques) :

a. Toujours une solution ? (Possibilité.)

b. Jamais plus d'une solution ? (Unicité.)

Cette question tout élémentaire a reçu, à maintes reprises, une réponse inexacte. On a souvent, en effet, considéré comme condition suffisante le non-évanouissement du déterminant fonctionnel.

2. Pourtant, dès le cas d'une seule variable x et d'une seule fonction $X = f(x)$, le fait que la dérivée f' soit différente de zéro, suffisant pour l'unicité, n'assure pas à lui seul la propriété (a). Il faut encore que l'intégrale $\int f'\,dx$ soit infinie pour $x = \pm\infty$.

Dans le cas de $n \geqq 2$ dimensions, il est d'ailleurs visible qne le rôle de la dérivée ne doit plus être joué, à ce point de vue, par le déterminant fonctionnel, mais par le petit axe m de l'ellipse de déformation, c'est-à-dire, pour $n = 2$, par la plus petite valeur du rapport

$$\sqrt{(dX^2 + dY^2)|(dx^2 + dy^2)},$$

celle-ci devant vérifier la condition suivante :

« *Condition* (m). — La quantité m ne s'annule jamais à distance finie. A l'infini, ou bien elle reste supérieure à un nombre positif fixe, ou, si elle peut devenir infiniment petite en même temps que $\frac{1}{t}$ $(t = \sqrt{x^2 + y^2})$, l'intégrale $\int m\,dt$ est infinie. »

3. Mais, en même temps, une difficulté nouvelle apparaît en ce qui regarde la condition (b). On sait, en effet, que le non-évanouissement du déterminant *ne suffit plus* (pour $n = 2$) *à assurer l'unicité* dans une région finie quelconque du plan.

Les fonctions X, Y étant définies pour toutes les valeurs de x, y intérieures à un certain cercle C, de manière que leur déterminant fonctionnel reste toujours positif et supérieur à un nombre fixe, il peut néanmoins arriver que deux ou plusieurs systèmes de valeurs de x et de y fournissent le même système de X et de Y [1].

4. Ce fait donnera peut-être quelque intérêt à la remarque suivante :

Si la condition (m) (n° 2) *est vérifiée* DANS TOUT LE PLAN des xy, *les deux conditions* (a) *et* (b) *sont remplies :* l'inversion est possible et univoque.

Ainsi, une transformation peut se comporter, à l'intérieur d'un cercle C, comme il vient d'être indiqué au n° 3; mais une telle transformation ne saurait être, de quelque manière que ce soit, prolongée indéfiniment en dehors de C, si l'on veut satisfaire à la condition (m) tant à distance finie qu'à l'infini.

5. La démonstration est très simple, au moins dans son principe : il suffit de suivre la déformation du contour S(t) qui, dans le plan des XY, cor-

---

(1) Voir GOURSAT, *Cours d'Analyse*, t. I, p. 299; et, à un autre point de vue, les travaux de Lipschitz, Kneser, Arzelà.

respond à la circonférence de rayon t du plan des xy. Si, à partir d'une valeur t_0 de t, la transformation cesse d'être bi-univoque, S présentera au moins une *boucle*, c'est-à-dire un contour partiel σ se fermant sur lui-même par un point anguleux unique.

Tout point double p d'un contour le divise en deux boucles, l'une *extérieure*, c'est-à-dire telle que les points compris dans un angle au sommet ont, par rapport à S, un indice plus petit que les autres points voisins de p; l'autre intérieure, où l'inverse a lieu.

Tout contour fermé qui a des points doubles présente au moins une boucle *simple*, c'est-à-dire ne se coupant pas elle-même et délimitant, par conséquent, une aire déterminée.

6. Suivons maintenant la déformation de S. Supposons, pour simplifier, les fonctions X, Y analytiques et sans singularités réelles à distance finie. Alors les points doubles de S seront en nombre fini et ne changeront de nombre ou de disposition qu'un nombre fini de fois pour t fini.

Ces points doubles ne pourront pas, comme il arrive dans d'autres cas, naître ou disparaître par des boucles évanescentes (lesquelles, pour se réduire à des points, devraient avoir une courbure infinie, contrairement à nos hypothèses), mais seulement par des *biangles* (contours fermés partiels à deux points anguleux) évanescents extérieurs ou intérieurs (au même sens que précédemment). En supprimant de S un biangle extérieur ou intérieur, il reste deux boucles intérieures dans le premier cas, extérieures dans le second.

Il résulte de là qu'un contour se déformant comme S (c'est-à-dire de manière que les indices aillent toujours en croissant) ne peut avoir de boucle simple intérieure.

7. Prenons alors la boucle simple σ_0 extérieure au sens précédent, mais intérieure au sens vulgaire du mot, que présente le contour $S(t_0)$. On constatera aisément que cette boucle (qui, nous l'avons vu, ne peut déjà pas disparaître en se réduisant à un point) ne peut être détruite d'aucune façon. Tous les contours successifs $S(t)$ présenteront des boucles simples σ, variant quelquefois discontinûment, mais intérieures les unes aux autres. Dès lors il existera, dans le plan des XY, un point P intérieur à tous les contours σ. Or c'est ceci qui, à l'infini, est incompatible avec la condition (m), comme on le reconnaît immédiatement en joignant P à un point de σ_0, et considérant l'intersection (q) de la ligne ainsi obtenue avec chaque ligne σ, ainsi que l'image de q dans le plan des xy.

8. L'hypothèse de la non-analyticité de X, Y introduit une difficulté, mais toute superficielle. Les points doubles peuvent être en nombre infini

et se modifier une infinité de fois. Mais il est possible de les partager en groupes dont chacun joue, dans les raisonnements, le rôle d'un ou de deux points doubles, et qui sont en nombre fini.

9. Il est aisé de voir ce que devient la propriété précédente pour des variétés à connexion multiple. Il n'est pas douteux non plus qu'elle ne s'étende aux espaces à trois ou plus de trois dimensions. Mais les considérations d'*Analysis situs* deviendraient alors plus compliquées.

MÉCANIQUE. — *Sur le mouvement non stationnaire d'un ellipsoïde fluide de révolution qui ne change pas sa figure pendant le mouvement.* Note de M. W. **Stekloff**, présentée par M. Emile Picard.

Nous allons indiquer le deuxième et dernier cas possible du mouvement non stationnaire d'un ellipsoïde fluide de révolution, lorsqu'il ne change pas sa figure pendant le mouvement.

Le mouvement, comme dans le cas signalé dans mes Notes précédentes (11 déc. et 26 déc. 1905), se décompose en mouvement d'entraînement, se réduisant à la rotation de l'ellipsoïde, *comme s'il était un corps solide* [système (A)], autour de son centre et en mouvement relatif du liquide par rapport à ce système (A).

1. *Mouvement d'entraînement.* — La composante r de Ω (voir Notes citées) peut être donnée à l'avance en fonction arbitraire de t.

La composante ω reste constante pendant le mouvement.

Désignons par σ' la racine positive de l'équation

$$\log\frac{\sigma+1}{\sigma-1} = 2\,\frac{15\sigma^2-3\sigma-4}{15\sigma^2-3\sigma^2-9\sigma+1}$$

qui n'admet qu'une seule racine positive comprise dans l'intervalle $(1, \frac{5}{3})$ (en faisant l'abstraction de la racine $\sigma = +\infty$).

Posons

$$\psi(\sigma) = \sigma(\sigma+1)(\sigma^2-1)\left(\frac{3\sigma^2-1}{2\sigma}\log\frac{\sigma+1}{\sigma-1} - 3\right).$$

Le mouvement est impossible si

$$\frac{\omega^2}{\pi} > \psi(\sigma').$$

Si

$$\frac{\omega^2}{\pi} < \psi(\sigma'),$$

il faut distinguer deux cas différents :

1° Si

$$0 < \frac{\omega^2}{\pi} < \frac{4}{15},$$

l'équation

$$(1) \qquad \frac{\omega^2}{\pi} = \psi(\sigma)$$

n'admet qu'une seule racine réelle σ_0 et rien qu'une.

A chaque valeur ω_0 de ω, prise dans l'intervalle $(0, \frac{4}{15})$, correspond un seul ellipsoïde dont les axes sont déterminés par les équations

$$a = b, \qquad a^2 c = v_0, \qquad \frac{\sqrt{c}}{\sqrt{c-a}} = \sigma_0, \qquad c > a.$$

2° Si

$$\frac{4}{15} < \frac{\omega^2}{\pi} < \psi(\sigma'),$$

l'équation (1) admet deux racines réelles et positives σ_1 et σ_2.

A toute valeur ω_0 de ω satisfaisant aux inégalités précédentes correspondent deux ellipsoïdes différents dont les demi-axes $\sqrt{a_1}$, $\sqrt{c_1}$ et $\sqrt{a_2}$, $\sqrt{c_2}$ sont déterminés par les équations

$$a_i = b_i, \qquad a_i^2 c_i = v_0, \qquad \frac{\sqrt{c_i}}{\sqrt{c_i - a_i}} = \sigma_i, \qquad c_i > a_i \qquad (i = 1, 2).$$

Les composantes p, q, r de la vitesse angulaire Ω s'expriment en fonctions de t comme il suit :

$$p = \omega_0 \cos\tau, \qquad q = \pm\, \omega_0 \sin\tau, \qquad r = \text{fonction donnée de } t,$$

où

$$\tau = \mp \int r\, dt + \text{const.}$$

2. *Mouvement relatif.* — Les composantes u_r, v_r, w_r de la vitesse relative d'un point quelconque ξ, η, ζ du liquide s'expriment en fonctions de t

comme il suit :

$$(2)\quad \begin{cases} \dfrac{d\xi}{dt} = u_r = \quad r\eta \pm \zeta\dfrac{\omega(1-\sigma)}{\sigma}\sin\tau, \\ \dfrac{d\eta}{dt} = v_r = -r\xi + \zeta\dfrac{\omega(\sigma-1)}{\sigma}\cos\tau, \\ \dfrac{d\zeta}{dt} = w_r = -\dfrac{\omega\sigma}{1+\sigma}(\eta\cos\tau \mp \xi\sin\tau), \end{cases}$$

où il faut remplacer σ par l'une des quantités σ_0, σ_1 et σ_2.

Les équations (2) admettent toujours l'intégrale suivante :

$$\frac{\xi^2+\eta^2}{a} + \frac{\zeta^2}{c} = \text{const.}$$

Il importe de remarquer que *les trois cas du mouvement d'un ellipsoïde fluide de révolution, signalés dans cette Note et dans les deux Notes précédentes, sont les seuls possibles, de sorte qu'il n'existe aucun cas différent de ceux-ci.*

MÉCANIQUE. — *Sur la stabilité des aéroplanes et la construction rationnelle des plans sustentateurs.* Note de M. EDMOND SEUX, présentée par M. d'Arsonval.

Tout le problème de l'aviation se réduit à la recherche de la stabilité longitudinale. La valeur sustentatrice des aéroplanes actuels nous paraît suffisante pour permettre de se lancer dans les airs, mais avec danger de voir, à chaque instant, se rompre l'équilibre et dès lors chuter, tel un oiseau mort.

Tous les efforts des chercheurs doivent donc tendre vers l'équilibre longitudinal automatique, qui seul nous fait espérer de maintenir dans une certaine amplitude les oscillations de l'appareil, en limitant les variations des centres de pression et de gravité, ces deux centres éminemment variables, suivant la pression de l'air et la vitesse de translation.

En se reportant aux travaux théoriques et pratiques d'Alphonse Pénaud, l'inventeur français qui, le premier, en 1872, a donné la théorie d'un gouvernail de stabilité et fait fonctionner le premier aéroplane équilibré, travaux que l'on semble avoir perdus de vue, et qui pourtant ont une réelle valeur, en ce sens que, à peu de chose près, tout ce qui fera la navigation aérienne par l'aéroplane y est étudié avec le plus grand soin, on remarque

que Pénaud place son gouvernail régulateur à l'arrière, avec juste raison; celui-ci agit alors sur un plus grand levier, son attaque sur l'air est moins brusque et il offre une moindre résistance à l'avancement.

Nos études personnelles nous ont suffisamment démontré que ce gouvernail régulateur ne doit pas être fixé à un angle donné, mais doit pouvoir, sous la pression de l'air, céder dans une certaine mesure, au-dessus ou au-dessous de sa position normale, suivant que l'air le frappe sur sa surface inférieure ou supérieure; action d'autant plus efficace que la vitesse de l'appareil est plus grande.

Si nous admettons que les courants aériens sont généralement ascendants (quelques observateurs admettent un angle de 2° à 3°), on voit aussitôt la nécessité, pour le gouvernail de stabilité, d'être, dans sa position moyenne ou normale, incliné de quelques degrés sous le plan sustentateur. Dans ce cas, l'angle d'attaque de l'air par les plans est donné par ce gouvernail qui fend l'air par la tranche et, pour qu'il y ait suspension, l'angle que celui-ci forme avec les plans ne doit jamais être nul.

Ce gouvernail peut n'être pas entièrement rigide. Il serait bon, au contraire, que les angles postérieurs et les extrémités latérales puissent se relever légèrement au-dessus de leur plan moyen, ce qui ajouterait à la stabilité générale du système.

On s'acharne de nos jours à construire des aéroplanes d'une rigidité absolue, avec lesquels il est difficile, pour ne pas dire impossible, d'obtenir un équilibre parfait. Il nous paraît utile de rappeler que, même dans le vol plané où à voile, où les ailes semblent immobiles, c'est encore et surtout l'*élasticité* qui joue le plus grand rôle.

D'après de longues observations que nous avons faites en Algérie et en Tunisie sur le vol des oiseaux voiliers et sur les oiseaux de mer, observations portant sur une période de cinq années, nous sommes à même de prouver que l'aile, dans le vol plané et à voile, n'est à aucun moment complètement immobile, au moins dans ses parties latérales extrêmes; celles-ci, selon la vitesse du courant aérien, fléchissent et se tordent à chaque instant sur leur axe, enregistrant toutes les variations du vent, ce qui, à notre avis, doit procurer à l'oiseau un pouvoir sustentateur extraordinaire.

Chez l'oiseau, le moindre mouvement des ailes est évidemment l'effet d'un travail des muscles, mais l'énergie musculaire ne se transforme pas directement en locomotion; le mouvement de l'aile met d'abord en jeu l'*élasticité*.

Cette action élastique qui, dans le vol à voile, semble être indépendante de la volonté de l'oiseau, peut être comparée à celle des ressorts qui ploient sous l'influence d'une force convenable et reprennent ensuite leur forme primitive, en surmontant, dans ce retour, les résistances plus ou moins grandes que l'on pourrait leur opposer.

Dès lors, il nous paraît tout indiqué de tenir compte des enseignements de l'oiseau,

enseignements qui peuvent très bien être appliqués à l'appareil humain, et de s'attacher à construire des aéroplanes semi-rigides, semi-flexibles, les parties flexibles étant placées à chaque extrémité latérale, et pouvant, sous l'effort naturel de ressorts convenablement disposés, avoir deux mouvements distincts : flexion de bas en haut et torsion sur leur axe.

Si l'on suit attentivement les travaux des Américains, on remarque que les frères Wright n'ont obtenu de réels résultats que depuis qu'ils ont construit et expérimenté, en 1903, un appareil possédant des articulations à charnière permettant aux surfaces formant les ailes ou à des parties de celles-ci de se tordre ou de se plier en dehors de leurs plans normaux, mouvement donné de la nacelle par l'aviateur au moyen de cordes de manœuvre montées sur un système de poulies.

L'ensemble de nos recherches nous amène à conclure que l'aéroplane devra posséder :

1° Un appareil de réglage automatique de stabilité longitudinale, qui sera vraisemblablement un plan régulateur placé à l'arrière et mobile sur son axe, se mouvant d'un certain degré au-dessus et au-dessous de son plan normal, ce plan normal relevé de quelques degrés au-dessus de l'horizontale.

2° Un ou deux plans sustentateurs semi-rigides, semi-flexibles. Les parties latérales extrêmes de ceux-ci pouvant, automatiquement et selon leur pression plus ou moins forte sur l'air ambiant, se relever au-dessus de leur plan normal et reproduire, en même temps, le mouvement de torsion des extrémités de l'aile, lequel, chez l'oiseau qui plane ou vole à voile, est une des causes essentielles de sa sustentation et de son équilibre.

Sans entrer dans des détails de construction qui nous entraîneraient trop loin, il nous paraît suffisamment démontré par l'expérience que les appareils les plus simples de construction donneront le meilleur rendement, la puissance nécessaire à leur propulsion étant réduite dans de notables proportions.

PHYSIQUE. — *Sur les variations avec la température des spectres d'émission de quelques lampes électriques.* Note de M. P. VAILLANT, présentée par M. J. Violle.

A. *Lampe Cooper-Hewitt.* — Une lampe de 110 volts absorbe, en régime normal, abstraction faite du rhéostat de réglage, une puissance de 200 watts. Cette puissance peut être progressivement abaissée à 99 watts avant que la lampe s'éteigne. Pour chaque valeur de la puissance, lorsque le régime

permanent des intensités lumineuses est établi, la température de la vapeur peut être considérée comme constante. La lampe permet donc de comparer commodément, à diverses températures, les intensités des diverses radiations simples de la valeur de mercure.

Les résultats que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie sont relatifs aux radiations

$$(577 - 9)^{\mu\mu}, \qquad 546^{\mu\mu}, \qquad 492^{\mu\mu}.$$

Les radiations $615^{\mu\mu}$ et $438^{\mu\mu}$ étaient, la première trop faible, la seconde trop intense par rapport à la source de comparaison (lampe de 110 volts à filament de carbone) pour se prêter à des mesures photométriques précises.

Puissance consommée dans la lampe (en watts).	Intensités lumineuses (on a pris pour unités les intensités en régime normal)		
	$577 - 9^{\mu\mu}$.	$546^{\mu\mu}$.	$492^{\mu\mu}$.
200	1	1	1
175	0,855	0,863	0,871
157	0,759	0,766	0,776
142	0,643	0,660	0,679
128	0,549	0,583	0,608
118	0,456	0,545	0,578
108	0,392	0,455	0,515
99	0,341	0,398	0,449

Les écarts observés dépassent les limites d'erreur photométrique. On doit en conclure que l'énergie fournie à la lampe, dont une partie se transforme en énergie lumineuse, se répartit inégalement suivant la température, l'intensité lumineuse croissant d'autant plus rapidement avec la puissance fournie que la longueur d'onde est plus grande.

On sait que, dans le spectre d'émission d'un solide, l'intensité croît d'autant plus vite avec la température que la longueur d'onde est plus courte. Il semble que la vapeur de mercure se comporte de façon opposée. En fait, la masse de mercure vaporisée diminue avec le nombre de watts appliqués à la lampe, et il peut se faire que la vapeur soit d'autant plus chaude que ce nombre de watts est plus faible, ce qui expliquerait l'anomalie observée.

Le courant fourni aux lampes était emprunté à une batterie de 60 accumulateurs. Un rhéostat de réglage, en série avec la lampe de comparaison, permettait de maintenir à 110 volts la différence de potentiel entre les bornes de celle-ci.

B. *Lampe à filament de carbone, lampe au tantale et lampe Nernst.* — Je me permets de joindre aux résultats qui précèdent quelques chiffres obtenus sur 3 lampes de 110 volts, de constitution différente et auxquelles on a appliqué des différences de potentiel variant de 120 à 82 volts. Ces chiffres mettent en évidence les variations de composition et d'intensité de la lumière avec le nombre de watts. On a pris pour unités les intensités en régime normal.

	Lampe au carbone de 16 bougies.				Lampe au tantale de 25 bougies.				Lampe Nernst de 30 bougies.			
Volts......	120	100	90	82	120	100	90	82	120	100	92	90
Ampères...	0,59	0,48	0,43	0,38	0,35	0,30	0,28	0,26	0,34	0,22	0,17	La lampe s'éteint.
Intensités lumin. λ 459μμ...	1,82	0,49	0,26	0,12	1,46	0,61	0,35	0,20	2,47	0,32	0,10	
488....	1,76	0,53	0,28	0,15	1,39	0,62	0,36	0,20	2,35	0,32	0,12	
523....	1,78	0,54	0,29	0,15	1,33	0,62	0,37	0,21	2,24	0,34	0,17	
570....	1,73	0,56	0,32	0,16	1,31	0,63	0,38	0,22	2,04	0,37	0,18	
638....	1,71	0,57	0,33	0,17	1,31	0,68	0,41	0,26	2,01	0,38	0,19	
760....	1,60	0,59	0,37	0,20	1,22	0,72	0,47	0,30	1,82	0,42	0,23	
Intens. moy.	1,72	0,55	0,31	0,16	1,34	0,64	0,39	0,23	2,16	0,36	0,17	

Enfin, si l'on compare les trois lampes en régime normal, en égalant leurs intensités moyennes, on a :

λ en μμ...........	459	488	523	570	638	760
Intensités. Carbone....	1	1	1	1	1	1
Tantale.....	1,28	1,17	1,03	0,94	0,78	0,62
Nernst......	0,92	1,07	1,04	1,03	1,02	0,91

CHIMIE MINÉRALE. — *Un nouveau type de composé dans le groupe des métaux rares.* Note de MM. C. MATIGNON et E. CAZES.

Le chlorure anhydre de samarium $SmCl^3 (Sm = 150)$, préparé par l'un de nous [1], possède la propriété d'être réduit par l'hydrogène en donnant naissance à un sous-chlorure, le chlorure samareux.

I. La réduction exige une température assez élevée. On opère dans un tube épais en verre d'Iéna fortement chauffé; la matière noircit quand la réduction commence et le système binaire des deux chlorures fond aussitôt en un liquide épais qui bouillonne par suite du départ du gaz chlorhy-

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 427, et t. CXL, 1905, p. 1181.

drique. La substance est placée dans une nacelle en porcelaine ou mieux en platine à cause de la difficulté de détacher la substance fondue du vase en porcelaine. On réduit de préférence une quantité de chlorure assez faible par suite de la lenteur de la réaction qui n'est pas éloignée des conditions limites de sa possibilité.

Dans une première opération, $0^{g},5262$ de $SmCl^3$ ont perdu $0^{g},0739$; dans une seconde, $0^{g},2725$ ont abandonné $0^{g},0377$. Les résidus analysés ont donné les valeurs suivantes en chlore et en samarium :

	Trouvé. I.	Trouvé. II.	Calculé pour $SmCl^2$.
Chlore...........	32,12	32,11	32,12
Samarium........	67,98	67,84	67,87

Les pertes de poids concordent aussi avec la transformation de $SmCl^3$ en $SmCl^2$:

	Perte trouvée.	Calculée.
I...........................	14,04	13,82
II...........................	13,83	

La réaction qui, dans les conditions où elle se produit, est réversible, peut s'écrire

$$SmCl^3 + \tfrac{1}{2}H^2 \rightleftharpoons SmCl^2 + HCl.$$

II. Nous avons pensé activer la réduction en remplaçant l'hydrogène par le gaz ammoniac. Cette substitution présente un double avantage. La réaction est légèrement activée et, en outre, le gaz ammoniac liquéfié et abandonné longtemps au contact de la potasse ou de la soude fondue présente toutes les garanties de dessiccation indispensables au maniement des chlorures anhydres des métaux rares.

Quand la réaction est terminée, on laisse refroidir le chlorure dans l'hydrogène pour éviter la formation de composés d'addition avec l'ammoniaque. Le chlorure samareux reste seul dans la nacelle séparé du chlorure d'ammonium volatil

$$3\,SmCl^3 + 4\,AzH^3 = 3\,SmCl^2 + 3\,AzH^4Cl + Az.$$

III. Avec l'ammoniaque, la transformation est encore lente. On a cherché à améliorer la préparation de ce chlorure intéressant en enlevant l'atome de chlore par l'aluminium. La volatilité du chlorure d'aluminium rend l'opération particulièrement commode. Le chlorure est mélangé intimement, à l'abri de l'humidité, avec la quantité calculée d'aluminium en poudre; le mélange est ensuite chauffé fortement dans un

courant lent d'hydrogène. On obtient un résidu de sous-chlorure pur

$$3\,SmCl^3 + Al = AlCl^3 + 3\,SmCl^2.$$

Quel que soit le mode opératoire suivi, la préparation est toujours délicate et exige un courant gazeux rigoureusement sec; comme l'opération est lente, la moindre trace d'humidité finit à la longue par décomposer une partie du produit en donnant un peu d'oxychlorure qui cristallise dans le chlorure samareux :

$$SmCl^3 + H^2O = SmClO + 2\,HCl,$$
$$SmCl^2 + H^2O = SmClO + HCl + H.$$

IV. Le chlorure samareux se présente sous la forme d'une masse cristalline brun foncé, dont la poudre est rouge brun. Examinée au microscope, la poudre est rouge, transparente et cristalline. Sa densité a été trouvée égale à 3,687 à 22°.

Le sulfure de carbone, le benzène, le toluène, le chloroforme, la pyridine, etc. ne dissolvent par le chlorure samareux. L'alcool absolu qui dissout si facilement les chlorures anhydres des métaux rares (¹) ne dissout pas le chlorure samareux et reste sans action sur lui à la température ordinaire. J'appelle l'attention sur cette propriété qui sera utilisée pour la séparation des métaux rares.

L'eau dissout immédiatement ce sous-chlorure en donnant une liqueur rouge brun très foncée, mais en même temps il y a dégagement d'hydrogène et peu à peu la liqueur se décolore. L'agitation active la décoloration. Il reste finalement dans l'eau un résidu insoluble, légèrement jaune. La liqueur séparée du résidu contient tout le chlore tandis que la partie insoluble est formée par de l'oxyde de samarium soluble dans l'acide chlorhydrique étendu.

Exposé à l'air, le chlorure samareux attire rapidement l'humidité de l'air en prenant une teinte rouge sang, puis il éprouve la transformation indiquée et laisse finalement un résidu jaune.

Dans les conditions où l'hydrogène et le gaz ammoniac réduisent le chlorure samarique, ils restent sans action sur les chlorures de praséodyme et de néodyme. Comme conséquence des propriétés précédentes, on entrevoit immédiatement des méthodes pour l'analyse et la séparation du samarium contenu dans un mélange de praséodyme et de néodyme.

Il paraît probable que le praséodyme et le néodyme sont susceptibles dans des conditions convenables de donner aussi naissance à un sous-chlorure; c'est du moins ce que paraissent indiquer certaines propriétés du métal néodyme isolé par l'un de nous (²).

L'étude des applications signalées précédemment est continuée ainsi que la recherche des sous-chlorures des autres métaux rares.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXIII, 1901, p. 289 et t. CXXXIV, 1902, p. 427.
(²) *Comptes rendus*, t. CXXXIII, 1901, p. 289.

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation électrolytique de l'étain spongieux.* Note de M. D. TOMMASI, présentée par M. H. Moissan.

L'électrolyseur à l'aide duquel on prépare l'étain spongieux se compose d'une cuve rectangulaire contenant la solution suivante : eau, 50 parties; chlorure stanneux, 10 parties; acide chlorhydrique, 1 partie.

Dans ce bain plongent deux anodes en étain ; au milieu de ces anodes est disposée la cathode, laquelle est constituée par un disque en cuivre fixé par son centre à un arbre en bronze pouvant être animé d'un mouvement de rotation.

Un segment seulement du disque plonge dans le bain, de telle sorte que chaque section de la zone plongeante du disque se trouve alternativement dans l'air et dans le liquide qui sert d'électrolyte.

La partie du disque qui émerge du liquide de la cuve passe, par suite de son mouvement de rotation, entre deux frotteurs en forme de racloirs mobiles, lesquels ont pour but, non seulement d'enlever le dépôt d'étain spongieux au fur et à mesure de sa production, mais encore de dépolariser la surface du disque.

Ces racloirs sont formés par deux lames en laiton disposées de telle façon que, par un simple jeu de manivelle, elles puissent se rapprocher ou s'éloigner des faces du disque.

Des rigoles convenablement disposées rassemblent et reçoivent l'étain détaché et l'amènent dans un récipient où il est recueilli. L'étain est égoutté et puis lavé. Le liquide qui s'écoule est évaporé jusqu'à ce qu'il ait atteint sa densité primitive et, après refroidissement, il est introduit dans l'électrolyseur.

Parmi les nombreuses expériences que nous avons faites avec un petit électrolyseur dont le disque avait 30^{cm} de diamètre, nous citerons la suivante qui peut être considérée comme une bonne moyenne et qui va nous fournir la quantité d'étain libérée par ampère-heure pour une puissance donnée :

Intensité : 40 ampères; force électromotrice : 3 volts; puissance : 120 watts; durée de l'expérience : 1 heure.

Poids de l'étain fondu	trouvé.............	76^g
	calculé............	88
Étain déposé par cheval-heure	trouvé (*a*)...	380
	calculé (*b*)..	440
Rendement *a* : *b*.........................		86,36 pour 100

Avec un électrolyseur ayant un disque de 3^m de diamètre, on pourrait donc déposer 4400^g d'étain par cheval-heure, soit 105^{kg} par journée de 24 heures.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le siliciure cuivreux*. Note de M. **Em. Vigouroux**, présentée par M. H. Moissan.

Depuis plusieurs années nous poursuivons nos recherches sur le siliciure de cuivre et, dès 1901, nous avons publié qu' « en traitant un siliciure de cuivre à faible teneur (moins de 5 pour 100 de silicium total) *par le silicium en excès*, nous obtenons un lingot qui, dépouillé par la soude de l'excès de métalloïde non entré en réaction, renferme une proportion de silicium combiné voisine de 10 pour 100. Telle est la quantité maxima de silicium susceptible de rester combinée avec le cuivre, dans nos conditions expérimentales... » [1]. Voici, en effet, les chiffres trouvés en attaquant cette matière par l'eau régale et en dosant le cuivre par électrolyse :

	I.	II.
Cuivre pour 100	89,60	88,47
Silicium »	9,20	10
Impureté »	»	»
	98,80	98,47

L'impureté, analysée à part, renfermait du fer et des essais effectués dans la suite nous ont convaincu que ce métal était apporté par le silicium cristallisé (préparé par son fluorure et l'aluminium). Pour le rendre chimiquement pur, il a fallu le pulvériser et lui faire subir successivement des attaques énergiques à l'eau régale et à l'acide fluorhydrique concentrés. Ce n'est que lorsque la pulvérisation a amené les cristaux a prendre l'aspect franchement marron que l'eau régale d'attaque ne décèle plus trace de fer au ferrocyanure.

Avec ce silicium très pur et du cuivre électrolytique nous avons préparé un certain nombre de siliciures, exempts de fer, plus ou moins chargés de silicium libre. Après élimination de ce dernier par la potasse, le résidu que nous obtenions et qui renfermait toujours une moyenne de 10 pour 100 de silicium combiné ne présentait généralement qu'une forme conchoïdale, surtout lorsque le culot était fortement chargé de ce métalloïde. Nous sommes arrivé à préparer un siliciure à forme cristalline plus caractérisée en prenant : silicium, 10 parties; cuivre, 90 parties. Poids total : 100^g au-

(1) *Procès-verbaux des séances de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux*, 18 juillet 1901.

quel nous ajoutions 7 à 8 parties du métalloïde libre. Nous mélangeons ces substances et les plaçons dans une nacelle en porcelaine, revêtue intérieurement de silice et les fondons dans un tube en porcelaine parcouru par un courant d'hydrogène. Le culot formé est très cassant, d'aspect blanchâtre, mais ne tarde pas à se nuancer de rouge. Il renferme 4,32 pour 100 de silicium libre, que nous enlevons par une solution chaude de soude à 5 pour 100. Nous lavons le résidu successivement à l'eau, à l'alcool, à l'éther et le séchons dans l'hydrogène, après avoir séparé, par lavage rapide à l'acide fluorhydrique étendu, le peu de silice qui le souille parfois; il répond sensiblement à la formule Cu^4Si qui est celle du siliciure cuivreux.

Cet alliage présente l'éclat métallique; il est dur, cassant, se laisse piler aisément. Sa couleur est blanc d'argent, mais il se ternit rapidement et passe successivement du jaune pâle au rouge brique. En le refondant dans l'hydrogène, nous avons pu obtenir un petit culot franchement blanc d'argent, très brillant et sillonné de très nombreuses stries cristallines parfaitement discernables à l'œil nu. Sa densité, prise à zéro, est de 7,48 ([1]); celle du corps fondu est de 7,58. Le chlore l'attaque facilement avant le rouge, cette propriété nous a servi à le doser.

L'acide chlorhydrique étendu froid agit à peine; lorsqu'il est concentré, son action est un peu plus sensible, surtout à chaud. L'acide fluorhydrique, étendu ou concentré, ne produit de même qu'un effet très faible. L'acide sulfurique agit difficilement lorsqu'il est étendu et froid; lorsqu'il est concentré et chaud, il se colore assez facilement en bleu. L'acide azotique étendu, même en solution à 1 pour 100, l'attaque facilement et complètement, surtout à chaud; l'acide concentré fournit le même résultat. L'eau régale forme un dépôt de silice qui entrave l'action ultérieure. Le mélange d'acide fluorhydrique et d'acide azotique le dissout en totalité. Les solutions alcalines ne l'attaquent que très faiblement, même à chaud, surtout si elles sont étendues.

Analyse. — Dès le début, nous l'attaquions par le chlore sec, dans un tube horizontal; les chlorures formés se condensaient partie dans le tube, partie dans de l'alcool placé à la suite. Plus tard, nous avons utilisé l'eau régale qui a permis, comme le procédé suivant, de déterminer séparément le silicium libre et le silicium combiné. Actuellement nous préférons l'attaquer par une solution étendue d'acide azotique (ne dépassant pas 5 pour 100). Nous insolubilisons et dans le résidu nous trouvons le silicium libre et la silice que nous séparons par l'acide fluorhydrique. Le cuivre est dosé par électrolyse :

	Formule pour Cu^4Si.	Silicium isolé par la potasse. I.	II.
Cuivre pour 100	89,96	89,35	89,60
Silicium »	10,04	9,50	9,45
	100,00	98,85	99,05

([1]) Nous avons obtenu 7,47 dans un premier essai et 7,49 dans un second; mais ce corps, en contact avec l'eau du flacon à densité, où l'on avait fait le vide, dégageait longtemps des gaz.

Conclusions. — 1° Nous avons confirmé nos précédentes expériences, à savoir que, dans les siliciures de cuivre purs, la teneur en silicium combiné est très voisine de 10 pour 100; 2° nous avons isolé le siliciure cuivreux Cu^4Si; 3° nous avons déterminé ses principales propriétés.

CHIMIE MINÉRALE. — *Réduction des chlorures d'argent et de cuivre par le calcium.* Note de M. L. **Hackspill**, présentée par M. H. Moissan.

Dans une Note précédente (¹) nous avons indiqué une préparation rapide du rubidium et du cæsium, basée sur la réduction des chlorures correspondants par le calcium.

Avec le lithium, qui est beaucoup moins volatil, nous avons obtenu un alliage de ce métal avec l'excès de calcium.

C'est ce qui se produit également dans la réduction des chlorures d'argent et de cuivre.

Alliages de calcium et d'argent. — En chauffant, dans un tube de porcelaine vide d'air, une nacelle de fer contenant des proportions variables de chlorure d'argent et de tournure de calcium, nous avons obtenu des alliages dont la teneur en calcium pouvait aller jusqu'à 45 pour 100:

$$2\,AgCl + n\,Ca = CaCl^2 + (n-1)\,Ca + 2\,Ag.$$

Le chlorure d'argent était fondu, pulvérisé et intimement mélangé au calcium en tournure fine.

Le tube de porcelaine, relié à une extrémité à une trompe à mercure, était fermé de l'autre côté par un morceau de verre plan, fixé au mastic Golaz, ce qui permettait de suivre l'opération.

La réaction se produisait dès que la nacelle était au rouge sombre; on cessait de chauffer peu après.

Voici ce que nous ont donné quatre expériences :

Avec	7^g	AgCl	et 2^g	de Ca	l'alliage contenait	.....	6,3 pour 100 de Ca
»	7	»	3	»	»	.....	13,3 »
»	7	»	5	»	»	.....	44,9
»	7	»	10	»		.....	n'est pas homogène

Les deux premiers alliages étaient bien homogènes et recouverts d'une couche de chlorure de calcium. Celui à 44,9 pour 100 était spongieux; le dernier était formé de globules de calcium et d'alliage riche en calcium séparés par du chlorure.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXLI, 1905, p. 106.

Nous avons pensé que cette couche protectrice de chlorure de calcium qui recouvrait les alliages à faible teneur pourrait permettre de les préparer en plus grande quantité dans un creuset.

Nous avons opéré dans un creuset de fer brasqué à la magnésie et fermé par un couvercle à vis.

Dans un premier essai, nous prîmes 75g de chlorure d'argent fondu et 40g de calcium en tournure. Dès que le creuset fut au rouge, on cessa de chauffer. Il contenait sous une épaisse couche de chlorure un culot très cassant qui se détachait au ciseau.

Sa composition était pour 100 : argent, 83,2 et calcium, 16,0.

En cherchant à augmenter la proportion de calcium, par exemple en prenant : chlorure d'argent 60g et calcium 50g, on n'obtient plus qu'une masse spongieuse contenant une forte proportion de chaux.

Propriétés. — Les alliages d'argent et de calcium (même celui à 6,3 pour 100) ont un aspect tout différent de celui de l'argent. Ils sont gris, leur cassure est cristalline ; on peut les réduire facilement en poudre.

Chauffés à l'air, ils s'oxydent rapidement même avant de fondre. Après une fusion prolongée à l'air tout le calcium transformé en chaux vient flotter à la surface de l'argent.

Si l'on cherche à doser l'argent par coupellation, on ne peut pas séparer complètement le bouton d'argent de la scorie de chaux, et la pesée donne un résultat trop fort.

L'alliage riche en calcium chauffé vers 900° dans le vide s'enrichit rapidement en argent ; mais si l'on chauffe trop fort ou trop longtemps on ne retrouve plus rien dans la nacelle, l'argent se volatilisant dans le vide à partir de 680° (1).

C'est ainsi que 4g d'alliage à 16 pour 100, chauffés 3 heures vers 1000°, ne nous ont laissé qu'un résidu peu abondant contenant surtout de la chaux.

Tous ces alliages sont attaqués à froid par l'eau. L'alliage à 44,9 de calcium est attaqué lentement par l'alcool à 95° à l'ébullition. Après 4 heures le résidu noir pulvérulent obtenu contenait encore 18 pour 100 de calcium et 12,3 pour 100 après 8 heures.

Alliage de cuivre et de calcium. — M. Setlick a déjà décrit (2) un alliage de cuivre et de calcium qu'il prépare directement en fondant les deux métaux ensemble. Il ne peut dépasser ainsi la teneur 13,4 de calcium ; de plus son produit n'est pas homogène.

---

(1) Krafft, *Berichte*, t. XXXVIII, 1905, p. 269.

(2) Setlick, *Ch. Zeit.*, 1905, p. 218.

En réduisant le chlorure de cuivre par le calcium nous avons pu obtenir un alliage homogène contenant 18 pour 100 de métal alcalino-terreux.

La réaction peut s'exprimer ainsi :

$$Cu^2Cl^2 + n\,Ca = Ca\,Cl^2 + 2\,Cu + (n-1)\,Ca.$$

On opère exactement comme pour la réduction du chlorure d'argent.

Le chlorure cuivreux préparé par réduction du chlorure cuivrique par le cuivre était séché dans le vide et fondu au préalable dans un courant de gaz acide chlorhydrique.

En prenant 100^g de chlorure pulvérisé et 40^g de calcium en tournure, nous avons obtenu un culot jaune orangé très cassant.

Deux analyses faites sur des parties différentes de ce culot nous ont donné : cuivre : 78,1, 80,0; calcium : 18,8, 18,3 et silicium : 1,2 et 0,9.

Le silicium était dosé à l'état de silice, le cuivre par électrolyse et le calcium à l'état de chaux vive.

Les propriétés de cet alliage sont absolument comparables à celles de l'alliage d'argent. M. Setlick estime qu'il pourrait être employé à la purification du cuivre, tout au moins quand on l'obtiendra totalement exempt de silicium.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Dérivés asymétriques de l'hexanediol*-1.6; *éther diéthylique et diiodure de l'heptanediol*-1.7. Note de M. R. **Dionneau**, présentée par M. A. Haller.

Récemment [1], M. Hamonet a décrit une méthode qui permet d'obtenir un glycol normal biprimaire, $HO(CH^2)^nOH$, quand on possède un éther-oxyde, $RO(CH^2)^{n-1}OR$, de l'homologue inférieur. Je me suis proposé d'appliquer cette méthode à la préparation du glycol heptaméthylénique, jusqu'ici inconnu.

Sur les éthers-oxydes de l'hexanediol-1.6, je fais agir le gaz bromhydrique à froid, 2^{mol} d'acide pour une d'éther, afin d'avoir la réaction unilatérale :

$$(1)\qquad RO(CH^2)^6OR + 2HBr = RO(CH^2)^6Br + RBr + H^2O.$$

En fait, l'action est plus complexe : à côté de l'éther non transformé, du monobromure cherché, du dibromure résultant de la réaction bilatérale, on a des corps à fonction alcool, parmi lesquels le glycol hexaméthylénique a été isolé et caractérisé par son point de fusion.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 975 et *Bul. Soc. chim.*, t. XXXIII, p. 235.

Outre la réaction (1) qui produit sur le groupe hexaméthylénique la fonction bromure, il y en a donc une seconde qui donne naissance à la fonction alcool

$$(2) \qquad RO(CH^2)^6OR + HBr = RO(CH^2)^6OH + RBr$$

On doit prévoir toutes les combinaisons qui résultent de la substitution complète ou imcomplète de la fonction alcool ou de la fonction bromure à la fonction éther-oxyde. Un tel mélange ne peut être séparé que par de nombreuses distillations.

Quand on emploie l'éther diméthylique, la réaction (2) est tout à fait prédominante; la réaction (1) semble se produire d'autant mieux que le radical R est plus lourd.

Éthoxybromohexane-1.6 : $C^2H^5O(CH^2)^6Br$. — Le mélange produit par l'action de l'acide bromhydrique sur l'éther diéthylique est lavé et rectifié. La principale fraction se concentre à 121°-123°, sous la pression 35^{mm}; elle contient l'éthoxybromohexane 1.6, mais impur. La diéthyline qui reste, bouillant à 112° sous la même pression, n'a pu être séparée complètement, à cause du peu de différence des points d'ébullition. Pour résoudre cette difficulté, je transforme l'éthoxybromohexane en éthoxyiodohexane, qui bout notablement plus haut et se sépare facilement du diéther.

Ethoxyiodohexane-1.6 : $C^2H^5O(CH^2)^6I$. — Ce corps s'obtient en faisant bouillir l'éthoxybromohexane avec une solution alcoolique d'iodure de sodium. C'est un liquide légèrement coloré par des traces d'iode, bouillant à 138°-139°, sous 35^{mm}. $D_4^{11} = 1,379$.

Diéthoxyheptane-1.7 : $C^2H^5O(CH^2)^7OC^2H^5$. — L'éthoxyiodohexane-1.6 forme, avec le magnésium, un dérivé $C^2H^5O(CH^2)^6MgI$, qui, traité par l'éther iodométhyléthylique, $ICH^2OC^5H^5$, donne le diéthoxyheptane-1.7,

$$C^2H^5O(CH^2)^6MgI + ICH^2OC^2H^5 = C^2H^5O(CH^2)^7OC^2H^5 + MgI^2.$$

Le diéthoxyheptane-1.7 est un liquide incolore, à odeur de fruits, bouillant à 129° sous 35^{mm}, et à 225° sous la pression ordinaire. $D_4^{11} = 0,853$.

Diiodoheptane-1.7 : $I(CH^2)^7I$. — Le corps précédent, saturé d'acide iodhydrique et chauffé à 100° en tube scellé, se décompose très régulièrement en iodure d'éthyle et diiodoheptane. Le diiodoheptane-1.7 est un liquide bien stable, à peine coloré d'iode, bouillant à 178° sous la pression de 20^{mm}. Porté dans le mélange glace et sel, il se prend en une masse de cristaux incolores, qui fondent vers 0°. $D_8^8 = 1,943$.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les conditions d'hydrogénation, par les métaux-ammoniums, de quelques dérivés halogénés des carbures gras : Préparation des carbures éthyléniques et forméniques.* Note de M. E. CHABLAY, présentée par M. A. Haller.

Dans une précédente Communication [1] nous avons montré que les ammoniums alcalins réagissent sur le dérivé halogéné monosubstitué d'un carbure forménique, pour régénérer ce carbure, avec formation de l'amine primaire correspondante d'après l'équation générale

$$2R.Cl + 2AzH^3 - Na = R.H + R.AzH^2 + 2NaCl + AzH^3.$$

Nous faisions remarquer dans la même Note que l'action hydrogénante des métaux-ammoniums se poursuivait avec les dérivés polysubstitués du méthane, chloroforme, tétrachlorure de carbone qui donnent également le formène, mais en fournissant des réactions moins simples que la précédente. Il était donc intéressant de voir si ces mêmes actions ont lieu avec les dérivés polysubstitués des carbures supérieurs au méthane. Nous donnerons dans cette Note nos résultats concernant les dérivés bisubstitués.

On sait que ces dérivés ont pour formule générale $C^nH^{2n}X^2$ et présentent diverses variétés isomériques suivant la position relative des groupes substituants. D'après les résultats que nous avons obtenus, il y a lieu de diviser ces composés en deux groupes correspondant respectivement aux deux premiers types :

$$\underbrace{CH^2.X - CH^2.X}_{\text{Dérivé de l'éthylène.}} \quad \text{et} \quad \underbrace{CH^3 - CHX^2}_{\text{Dérivé de l'éthylidène.}}$$

Avec les métaux-ammoniums les dérivés de l'éthylène fournissent des carbures éthyléniques; leurs isomères éthylidéniques donnent des carbures forméniques.

PREMIER GROUPE : *Type* $\begin{matrix} CH^2.X \\ | \\ CH^2.X \end{matrix}$. *Chlorure d'éthylène.* — Nous avons employé le même appareil que celui qui a été décrit à propos des alcools; la matière étant li-

---

[1] E. CHABLAY, *Comptes rendus*, t. CXL, p. 1262. — *Voir* aussi PAUL LEBEAU, *Comptes rendus*, t. CXL, p. 1264.

quide, nous l'enfermons dans une petite ampoule de verre, préalablement tarée, avant de l'introduire dans l'une des branches; on brise ensuite cette ampoule par une légère secousse de l'appareil au moment de faire la réaction. Ce mode opératoire nous a fourni d'excellents résultats, car il permet d'opérer sur un poids très exactement connu de substance. Le chlorure d'éthylène nous a fourni de l'éthylène avec un rendement théorique : une molécule de gaz, pour une molécule de chlorure employé. La réaction peut être exprimée par l'équation suivante :

$$\begin{matrix} CH^2 - Cl \\ | \\ CH^2 - Cl \end{matrix} + 2\,Az\,H^3 - Na = 2\,NaCl + C^2H^4 + 2\,Az\,H^3.$$

L'analyse eudiométrique, l'absorption par le brome, le dosage du chlorure de sodium et la perte de poids subie par l'appareil justifient parfaitement cette formule.

Comme autres corps de ce groupe, nous avons choisi les bromures de propylène, de pseudobutylène et d'isobutylène qui nous ont fourni le propylène, le pseudobutylène et l'isobutylène; les rendements sont moins bons qu'avec le chlorure d'éthylène par suite d'une réaction secondaire sur laquelle nous reviendrons.

Bromure de triméthylène. — Le bromure de triméthylène nous a fourni également du triméthylène, mais dans la proportion de $0^{mol},5$ de gaz pour 1^{mol} de bromure seulement.

Les métaux-ammoniums se comportent donc, avec ces différents corps, comme les métaux alcalins correspondants et fournissent un carbure éthylénique.

Deuxième groupe : *Type* $\begin{matrix} CH^3 \\ | \\ CHX^2 \end{matrix}$. — Les composés de ce groupe isomères des précédents, où les substitutions sont faites sur le même atome de carbone, fournissent avec les métaux-ammoniums le carbure saturé correspondant, tandis que les métaux alcalins seuls donnent un carbure éthylénique.

Nous avons opéré sur les chlorures de méthylène, d'éthylidène, de propylidène et sur le chloracétol, qui nous ont fourni le méthane, l'éthane et le propane dans la proportion de $0^{mol},5$ de gaz pour 1^{mol} de chlorure. Il se produit en outre des réactions secondaires qui donnent lieu à la production d'une certaine quantité de carbure éthylénique. Les dérivés de la série homologue suivante :

$H-CH=Cl^2$	$CH^3-CH=Cl^2$	$CH^3-CH^2-CH=Cl^2$	$CH^3-CCl^2-CH^3$
Chlorure de méthylène.	Chlorure d'éthylidène.	Chlorure de propylidène.	Chloracétol.

se comportent donc de la même manière vis-à-vis des métaux-ammoniums dont la molécule agit à la fois par son sodium et son hydrogène.

Cette action hydrogénante se poursuivant avec tous les dérivés substitués du méthane, il est très probable qu'elle aurait lieu également avec les dérivés de la forme CH^3-CX^3, et nous tirons de ces faits d'expérience les conclusions suivantes :

1° La molécule d'un métal-ammonium alcalin réagit comme hydrogénante sur les dérivés halogénés bisubstitués et, par extension, sur les déri-

vés trisubstitués, à condition que toutes les substitutions soient faites sur le même atome de carbone.

2° Elle réagit au contraire simplement par son métal alcalin lorsque les deux substitutions sont faites sur des carbones différents. L'exemple du bromure de triméthylène semble indiquer que les réactions ont un caractère spécial de simplicité lorsque la double substitution est faite sur deux atomes de carbone voisins.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la rétrogradation et la composition des amidons naturels autres que la fécule.* Note de M. **Eug. Roux**, présentée par M. Maquenne.

Dans une Note précédente (1) nous avons établi, M. Maquenne et moi, que la fécule de pommes de terre est un mélange de deux substances principales. L'une, que nous appelons *amylose*, ne diffère de l'ancienne amylocellulose des auteurs que par son plus grand état de pureté; c'est elle qui forme la majeure partie du grain de fécule naturel, qui lui donne la propriété de bleuir par l'iode et qui se change en maltose par saccharification diastasique. L'autre substance, que nous avons provisoirement appelée *amylopectine*, est celle qui donne à l'empois sa consistance mucilagineuse : sous l'action du malt elle se dissout et se dextrinifie, sans paraître fournir de sucres, au moins dans les conditions ordinaires; sa véritable nature chimique et la proportion dans laquelle elle se trouve mélangée à l'amylose nous sont également inconnues.

C'est au moyen de ces considérations que nous avons expliqué pourquoi la diastase ne transforme qu'incomplètement l'empois de fécule en maltose, tandis qu'au contraire l'amylose pure donne un rendement en sucre presque quantitatif.

Nous avons également fait connaître la méthode qui permet d'extraire l'amylose des empois de fécule, par rétrogradation spontanée, et de l'amener à un état de pureté sensiblement complète; nous nous proposons d'exposer dans cette Note les résultats que nous avons obtenus en étudiant de la même manière les autres amidons naturels.

Nous avons d'abord reconnu que tous les empois, quelles que soient leur consistance et l'origine de l'amidon qui sert à les préparer, rétrogradent

(1) Maquenne et Roux, *Comptes rendus*, t. CXL, p. 1303.

par le repos à basse température comme l'empois de fécule, et d'autant plus vite qu'ils sont plus concentrés. Le phénomène de la rétrogradation est donc, ainsi qu'on pouvait le prévoir, d'ordre absolument général.

Nous avons ensuite déterminé le rendement en maltose que fournissent ces différents empois par saccharification diastasique, en nous plaçant dans les conditions que l'on admet actuellement être les plus favorables à sa production.

On a opéré sur des empois renfermant $0^g,35$ d'amidon pour 30^{cm^3} d'eau, gélifiés soit dans l'eau bouillante à 100°, soit au bloc, en tube scellé, par une chauffe de 15 minutes à 120° ou 150°. Les saccharifications ont été faites par addition de 5^{cm^3} d'extrait de malt, obtenu par macération de 10^g de malt moulu dans 100^g d'eau distillée pendant 1 heure. Le malt a été ajouté aussi tôt que possible, de manière à éviter tout phénomène de rétrogradation; les fioles ont été chauffées simultanément pendant 5 heures à 56°, puis abandonnées à elles-mêmes jusqu'au lendemain, en présence de toluène comme antiseptique.

Après avoir dosé le maltose dans une portion des liqueurs filtrées, on a additionné celles-ci de 1,5 pour 100 d'acide sulfurique, puis on les a chauffées pendant 30 minutes à 120° et l'on a dosé le glucose total produit, de manière à connaître le poids réel de l'amidon solubilisé sous l'influence de l'amylase.

Les amidons de riz et de maïs, étudiés dans ce travail, sont des produits commerciaux; ceux de blé et de pois ont été préparés au laboratoire avec les farines correspondantes. Les uns et les autres ont été lavés soigneusement à l'eau ordinaire et tamisés.

	Maltose pour 100 d'amidon solubilisé $\left(\frac{M}{A}\right)$.		
Empois préparés à........	100°.	120°.	150°.
Fécule..................	83,0	»	82,8
Maïs...................	85,3	85,1	86,0
Blé....................	»	»	87,1
Riz....................	85,2	83,8	83,8
Pois...................	83,8	82,2	82,9
Manioc (¹).............	81,5	79,1	79,1

En préparant des empois à 120° et surtout à 150° on se proposait de solubiliser la partie de l'amylocellulose qui aurait pu s'y trouver à l'état non saccharifiable, comme dans l'amidon rétrogradé. Cette hypothèse n'était pas fondée, puisque la proportion de maltose est restée sensiblement constante, même plutôt un peu plus forte à 100° qu'à 150°, par rapport au poids de l'amidon dissous.

Les résultats ci-dessus mentionnés montrent que les divers amidons et

---

(¹) Echantillon très pur obligeamment offert par M. Dybowsky, à qui nous sommes heureux de pouvoir adresser nos plus sincères remerciements.

fécules naturels renferment une quantité d'amylose sensiblement égale à celle que l'on rencontre dans la fécule de pommes de terre; il nous restait à établir que cette amylose est partout une seule et même matière.

A cet effet nous avons soumis à la rétrogradation les empois des divers amidons précédents, puis, par la méthode que nous avons décrite dans une Communication précédente (*Comptes rendus*, t. CXL, p. 440), nous en avons extrait l'amylose et nous l'avons purifiée par plusieurs traitements successifs à l'eau surchauffée, vers 155°.

Tous les produits obtenus présentent le même aspect microscopique qu'offre l'amidon artificiel dérivé de la fécule. Comme celui-ci ils sont saccharifiables en totalité par le malt quand ils ont été d'abord dissous dans l'eau à 150°. En dosant le maltose obtenu et rapportant ce nombre à la quantité de matière sèche dissoute, calculée comme précédemment en amidon, nous avons obtenu les chiffres suivants qui sont à peu près égaux :

Maltose pour 100 *d'amidon solubilisé* $\left(\frac{M}{A}\right)$.

Fécule..........	100,2	Pois............	100,1
Blé.............	101,9	Manioc..........	102,0
Riz.............	100,2		

En résumé, nous pouvons dire que tous les amidons naturels examinés par nous sont essentiellement constitués par de l'amylose, comme la fécule ordinaire, et qu'ils en renferment à peu près la même proportion. La propriété qu'ils possèdent de former des empois avec l'eau bouillante montre qu'ils renferment en outre de l'amylopectine.

Toutes les observations faites jusqu'à présent sur la fécule sont donc applicables aux autres amidons naturels.

PHYSICO-CHIMIE. — *Action de l'invertine dans un milieu hétérogène.* Note de M. **Victor Henri**, présentée par M. Dastre.

Les ferments solubles sont contenus, en général, à l'intérieur des cellules; ils sont, comme on dit, endocellulaires; les substances transformées par ces ferments sont apportées du dehors avec les liquides organiques, il en résulte donc que ces substances doivent d'abord pénétrer à l'intérieur des cellules par diffusion, et ce n'est qu'alors qu'elles peuvent

être digérées par les ferments. Parmi les produits de digestion, certains restent dans les cellules, d'autres sortent au dehors dans les liquides de l'organisme. Pour pouvoir analyser les lois d'actions des ferments inclus à l'intérieur des cellules, il est important de réaliser artificiellement des conditions qui se rapprochent le plus possible de celles que l'on trouve dans les organismes. C'est ce travail d'ensemble que j'ai entrepris pour toute une série de ferments différents. Je ne présente maintenant que les résultats relatifs à l'action de l'invertine sur le saccharose.

Technique. — On fait un mélange de gélatine dialysée à 10 pour 100 et d'invertine; ce mélange est obtenu liquide à 42°, lorsqu'on opère avec de la gélatine chauffée à 100° et refroidie à 42°; dans ces conditions, la gélatine met un temps assez long pour se gélifier et c'est pendant cet intervalle que l'on fait le mélange. On verse ensuite cette gélatine contenant le ferment dans un vase à fond large et on laisse gélifier à la température du laboratoire. Les vases que j'ai employés ont un fond plat de 170^{cm^2} de surface et je versais 35^{cm^3} du mélange de gélatine et d'invertine. Lorsque la gélification s'est bien produite, on verse au-dessus une faible quantité de gélatine pure un peu plus concentrée, qui se répartit ainsi en couche mince au-dessus de la gélatine contenant le ferment et forme ainsi une membrane protectrice. J'ai employé dans les vases précédents 17^{cm^3} de gélatine, l'épaisseur de la membrane était donc égale à 1^{mm}. Le rôle de cette membrane est d'empêcher le ferment de passer en solution, de la couche inférieure dans le liquide versé au-dessus.

On laisse gélifier la membrane, puis on lave à l'eau le vase et la couche de gélatine, on met à l'étuve et, lorsque la température est atteinte, on verse dans le vase un volume déterminé d'une solution de saccharose pur portée à la température de l'étuve. On prélève de temps en temps le liquide dans le vase et l'on dose la quantité de sucre interverti. On doit faire des expériences témoin avec la même quantité de gélatine sans ferment pour savoir comment varie le titre de la solution de sucre par suite de la diffusion du sucre de la solution dans la couche de gélatine.

Résultats. — 1° *La vitesse d'inversion est presque proportionnelle à la concentration de la solution de saccharose.* Je rappelle que, si l'on opère dans un milieu homogène, c'est-à-dire si le ferment est dissous dans le liquide qui contient le sucre, la vitesse d'inversion est presque *indépendante* de la concentration de la solution (à condition que les concentrations soient comprises en 0,1 et 1 normale en sucre). Voici quelques exemples numériques pour deux solutions de sucre contenant $17^g,1$ de saccharose pour 100 (0,5 normale) et $6^g,84$ pour 100 (0,2 normale). La température était égale à 25°.

Invertine inclue dans la gélatine.

Saccharose	17^{g},1 pour 100	interverti en	41 min.	3^{g},26	en 72 min......	4^{g},1
Saccharose	6^{g},84 pour 100	»	39 »	1^{g},33	» 75 »	2^{g},0

Invertine contenue dans la solution.

Saccharose	17^{g},1 pour 100	interverti en	48 min.	1^{g},68	en 86 min.....	3^{g},32
Saccharose	6^{g},84 pour 100	»	45 »	1^{g},56	» 81 »	3^{g},0

On voit donc que la loi d'action de l'invertine est absolument différente dans ces deux cas.

Cette différence d'action est facile à comprendre. En effet, lorsque l'invertine est contenue dans la couche de gélatine, le saccharose doit d'abord pénétrer par diffusion de la solution dans cette couche, et seulement à ce moment il peut être transformé par l'invertine. La vitesse de la réaction se décompose donc en deux temps : d'une part la vitesse de diffusion du sucre et d'autre part la vitesse de la réaction chimique elle-même. La vitesse de diffusion est proportionnelle à la concentration de la solution de sucre, la vitesse totale variera donc avec la concentration. Dans les expériences précédentes le ferment contenu dans la gélatine était très actif, par conséquent la vitesse de la réaction est presque proportionnelle à la concentration de la solution, puisque c'est surtout le facteur diffusion qui importe.

2° *La variation de température influe beaucoup moins sur la vitesse d'inversion lorsque le ferment est contenu dans la gélatine que dans le cas où il se trouve réparti dans le liquide tout entier.* Voici quelques exemples :

Invertine contenue dans la couche de gélatine.

Saccharose 17^{g},1 pour 100; inversion à 25° de 3^{g},26;
à 37° de 4^{g},6, rapport des deux.................. 1,4

Invertine contenue dans la solution.

Saccharose 17^{g},1 pour 100; inversion à 25° de 1^{g},68;
à 37° de 3^{g},26, rapport........................ 1,9

Ce résultat peut aussi s'expliquer simplement; en effet, on sait que l'élévation de la température de 10° augmente la vitesse d'une réaction chimique quelconque environ du double, tandis que la vitesse de diffusion se trouve augmentée seulement environ d'un quart. Par conséquent, dans l'expérience précédente, où le ferment est contenu dans la gélatine, l'élévation de la température fait varier beaucoup moins la vitesse de diffusion du sucre qu'elle ne le fait pour la vitesse de la réaction chimique elle-même; il en résulte évidemment que la vitesse d'inversion du sucre sera bien moins influencée dans cette expérience que dans celle où le ferment est réparti dans le liquide tout entier.

Conclusion. — Il résulte de ces expériences que le mode de répartition du ferment a une importance très grande pour la loi d'action de ce ferment. La concentration des substances transformées par le ferment aura une influence sur la vitesse de digestion lorsque les ferments sont endocellulaires et elle n'exercera presque pas d'influence sur cette vitesse pour des ferments répandus dans les liquides de l'organisme.

MINÉRALOGIE. — *Sur les solutions solides.*
Note de M. **Fréd. Wallerant**, présentée par M. de Lapparent.

S'appuyant sur ce que les propriétés physiques des mélanges isomorphes, comme celles des solutions, varient d'une façon continue avec la composition, van't Hoff émit l'opinion que les mélanges isomorphes pouvaient être considérés comme résultant de la dissolution de l'un des corps dans l'autre. Cette conception, qui permettait d'étendre à ces mélanges les résultats fournis par l'étude des solutions, suscita de nombreuses discussions et l'on fit remarquer, en particulier, que ni la diffusion accompagnant la dissolution d'un corps, ni la cristallisation accompagnant la concentration en un point du corps dissous, n'avaient été constatées dans les mélanges isomorphes. Tout au plus pouvait-on citer la diffusiou dans les métaux, dont l'opacité ne permet pas une étude assez approfondie, pour que l'on puisse en affirmer l'homogénéité. D'autre part, M. Bodlander a fait très justement observer que, dans les roches éruptives, bien des cristaux présentent des zones concentriques, constituées par des mélanges isomorphes de composition différente, zones qui auraient dû disparaître si les cristaux avaient été le siège de diffusions. La question était donc encore entière. Or je suis à même de citer deux cas très nets, l'un de diffusion, l'autre de cristallisation en milieu solide. Si l'on mélange par fusion ignée de l'azotate de potassium et de l'azotate d'ammonium, dans des proportions pouvant varier entre 80 et 93 pour 100 d'azotate d'ammonium, on obtient, au-dessus de 104°, un conglomérat de deux espèces de cristaux, les uns isomorphes de l'azotate de potassium et renfermant 80 pour 100 d'azotate d'ammonium et les autres quadratiques renfermant 93 pour 100 du même sel. A 104°, la préparation se trouble, les cristaux deviennent indiscernables et, à en juger par les variations des teintes de polarisation, des mouvements vermiculaires se produisent dans la masse. Puis, peu à peu, sans que l'on puisse préciser le début du phénomène, on voit apparaître des

plages cristallines, qui s'individualisent progressivement et dont l'homogénéité devient parfaite. Chacune de ces plages, qui appartiennent à des cristaux monocliniques, s'est constituée aux dépens de plusieurs cristaux, les uns quadratiques, les autres orthorhombiques, et de compositions différentes; il y a donc eu destruction de deux édifices cristallins, diffusion de la matière et reconstitution d'un nouvel édifice, dont la composition est intermédiaire à celle des deux premiers. Je dois dire que, dans certains cas, l'homogénéité est parfaite, l'orientation optique étant unique, dans d'autres l'extinction moirée et les variations dans les teintes de polarisation indiquent que l'édifice cristallin n'est pas parvenu à l'état parfait.

Le phénomène inverse s'observe dans les cristaux mixtes renfermant 2 d'azotate d'ammonium pour 1 d'azotate de cæsium. Le mélange fondu par la chaleur donne en se consolidant des cristaux cubiques qui, par refroidissement, se transforment en cristaux rhomboédriques, quasi-cubiques, isomorphes des cristaux de cæsium. A leur tour ces derniers donnent naissance par transformation lente à un conglomérat de deux espèces de cristaux, les uns quadratiques, les autres rhomboédriques. Les premiers sont des cristaux mixtes des deux azotates, isomorphes de la modification quadratique de l'azotate d'ammonium, stable entre 82° et 125° quand l'azotate est pur, mais qui devient stable à la température ordinaire dans les mélanges avec l'azotate de cæsium. Les seconds sont également des cristaux mixtes, isomorphes de l'azotate de cæsium, mais de composition différente de celle des cristaux rhomboédriques primitifs. Le conglomérat présente une particularité intéressante : les cristaux quadratiques, sous forme de filaments, sont inclus dans les cristaux rhomboédriques et, comme leur orientation est déterminée relativement à ces derniers, il en résulte qu'ils sont orientés parallèlement entre eux et que le conglomérat constitue une véritable micropegmatite.

Nous voyons donc se produire dans les mélanges isomorphes, comme dans les solutions, les deux phénomènes de la diffusion et de la cristallisation; mais il ne faut pas oublier que ces phénomènes se produisent au moment des transformations polymorphiques, c'est-à-dire au moment où disparaît la structure de l'édifice cristallin, structure qui précisément distingue cet édifice d'une solution. On est donc en droit de se demander si ces faits ne viennent pas à l'encontre de l'opinion émise sur l'analogie des solutions et des cristaux mixtes, puisque c'est au moment où le caractère essentiel de ces derniers disparaît que l'on constate les caractères communs à l'état solide et à l'état liquide.

BOTANIQUE. — *Sur les canaux sécréteurs du bois des Dipterocarpées.* Note de M. P. Guérin, présentée par M. Guignard.

L'époque d'apparition des canaux sécréteurs dans le bois de la tige des Diptérocarpées et leur répartition durant les premières périodes de la végétation subissent, suivant les genres, souvent même d'une espèce à l'autre, des variations dont ne font pas mention les auteurs qui nous ont précédé sur le même sujet, et, en particulier, Van Tieghem (1) et Solereder (2). Sans doute faut-il en chercher la cause dans le fait qu'ils n'ont eu à leur disposition que des échantillons trop jeunes ou des espèces en nombre trop restreint (3). En ce qui nous concerne, les recherches ont porté sur plus de soixante espèces (4) appartenant à treize genres différents : *Dipterocarpus, Anisoptera, Dryobalanops, Doona, Hopea, Pentacme, Shorea, Isoptera, Balanocarpus, Cotylelobium, Vatica, Pachynocarpus, Monoporandra.* Toutes, mais à des degrés divers, se sont montrées pourvues de canaux sécréteurs dans le bois secondaire de leur tige.

Considérée au moment où elle a atteint $2^{cm},5$ environ de diamètre (5), la tige est riche en éléments sécréteurs chez les *Dipterocarpus, Vatica, Cotylelobium, Pachynocarpus*, certains *Shorea* (*S. mollis, selanica, eximia, scaberrima, cochinchinensis, Maranti*) et *Hopea* (*H. multiflora, Mengarawan*). Au même état de développement, les *Dryobalanops* et plusieurs *Shorea* n'offrent au contraire qu'un très petit nombre de canaux et de très faible diamètre.

Les canaux se montrent tantôt dispersés et sans ordre apparent à l'intérieur du corps ligneux (plusieurs *Dipterocarpus, Anisoptera, Vatica, Pachynocarpus, Cotylelobium*), tantôt, au contraire, en cercles concentriques (6) plus ou moins complets,

---

(1) *Ann. Sc. nat.*, 7e série, t. I, 1885, p. 65.

(2) *Holzstructur*, Munich, 1885, p. 81.

(3) C'est en ne considérant qu'une seule espèce, le *Shorea robusta*, que Solereder a pu croire que les canaux du bois sont peu nombreux chez les *Shorea*. Nous-même avions émis primitivement même opinion en n'étudiant que le *Shorea hypochra*.

(4) La plupart proviennent de Buitenzorg et sont dues à l'extrême obligeance de M. le Dr Treub.

(5) Les observations ont presque toujours été faites sur des tiges d'un diamètre de $2^{cm},5$ à 3^{cm}.

(6) Le nombre des cercles de canaux varie souvent, dans le même genre, non seule-

dont l'apparition, en rapport avec celle de parenchyme, semble correspondre aussi à une période nouvelle de végétation (*Doona, Hopea, Pentacme, Shorea, Isoptera, Balanocarpus*). Parfois encore on les trouve répartis en très petit nombre sur une portion de cercle (*Dryobalanops*).

S'il est vrai que, chez certaines espèces, les canaux ne se montrent que tardivement, il est inexact de dire, comme l'ont fait certains auteurs, que ces éléments n'apparaissent que dans le *vieux bois* ou dans les *tiges âgées*. Dans certains *Dipterocarpus* (*D. turbinatus, intricatus, hispidus, bancanus*, etc.), les canaux font en effet leur apparition de très bonne heure dans le bois, on pourrait presque dire en même temps que les formations secondaires [1]. Il en est de même chez certains *Shorea* (*S. mollis* en particulier) et chez les *Vatica*, où le *V. Lamponga* en possède déjà un très grand nombre, alors que la tige a atteint à peine 2^{mm} de diamètre.

Chez les espèces où la région cambiale se prête à une observation de ce genre (*Anisoptera marginata, Vatica moluccana, Shorea selanica, Cotylelobium flavum*, plus particulièrement), nous avons remarqué que les canaux du bois offrent un mode de développement absolument analogue à celui que nous avons signalé précédemment chez les *Dipterocarpus* [2].

Chez presque tous les genres, d'ailleurs, il existe, à côté de canaux beaucoup plus

---

ment d'une espèce à l'autre, mais aussi dans la même espèce, pour une tige d'un égal diamètre.

Une tige de 2^{cm},5 de diamêtre possède habituellement, chez les *Doona*, deux à trois cercles de canaux.

Chez l'*Hopea multiflora*, on trouve les canaux répartis sur cinq à six cercles, alors que chez les *H. Pierrei* et *H. ovalifolia* on n'en observe que quelques-uns en un cercle incomplet.

Mêmes variations chez les *Shorea*.

Il n'est d'ailleurs pas jusqu'à la présence elle-même de canaux sécréteurs qui ne soit sujette à variation et tel entre-nœud d'une tige s'en montre dépourvu, alors qu'on les rencontre dans l'entre-nœud voisin. On voit ainsi à quelles conclusions inexactes on pourrait aboutir si l'on ne faisait un nombre suffisant d'observations.

(1) L'apparition plus ou moins hâtive de ces canaux ligneux est aussi très variable dans la même espèce, pour des échantillons d'une même provenance. Ainsi s'expliquerait peut-être la raison pour laquelle A. Bécheraz (*Mittheil. der Naturf. Gesellsch. in Bern*, 1893, p. 103) et M. Stepowski (*Vergleichend. anatom. Untersuchung. über die oberirdischen Vegetationsorgane der Burseraceæ, Dipterocarpeæ und Guttiferæ*, etc. : Inaug. Dissert., Bern, 1905) n'en font pas mention dans la tige de *Vatica moluccana*. Il est vrai que ce dernier auteur ne signale de canaux dans le bois chez aucune Diptérocarpée, pas même chez les *Dipterocarpus*.

(2) *Comptes rendus*, t. CXL, p. 520.

développés, de petits canaux réduits encore à leur méat primitif et dont la forme rappelle suffisamment leur origine. Aussi semble-t-il permis de conclure que, d'une façon générale chez les Diptérocarpées, les canaux sécréteurs du bois prennent naissance dans le cambium, à la façon de ceux des *Copaifera* et des *Daniellia* étudiés par M. Guignard.

Quel que soit, à l'origine, le diamètre du canal, il ne se modifie guère avec l'âge, si ce n'est par disparition plus ou moins complète des cellules de bordure. Exceptionnellement dans nos échantillons (*Balanocarpus bancanus*), mais le fait doit être plus fréquent daus les tiges plus âgées, nous avons rencontré des cavités plus volumineuses indiquant qu'il peut y avoir, à un moment donné, non seulement disparition des cellules de bordure, mais aussi résorption des tissus environnant le canal primitif.

L'analogie signalée plus haut entre les *Copaifera* et *Daniellia* d'une part, les Diptérocarpées d'autre part, se poursuit jusque dans la façon même dont ces canaux effectuent leur course à l'intérieur du corps ligneux. En effet, la fusion de deux ou plusieurs canaux voisins, toujours évidente en section transversale chez tous les genres considérés, s'affirme d'une façon beaucoup plus apparente chez certaines espèces en section longitudinale et, à l'instar de ceux des *Dipterocarpus*, les canaux des *Shorea, Vatica, Hopea, Doona, Isoptera,* confluent en un réseau à mailles plus ou moins inégales, rappelant surtout celui des *Daniellia*.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la respiration de la fleur*. Note de M. **Maige**, présentée par M. Gaston Bonnier.

De Saussure est le premier physiologiste qui ait étudié les variations de l'intensité respiratoire de la fleur au cours de son développement; les résultats de ses expériences sur les fleurs des *Cucurbita Melo-Pepo, Hibiscus speciosus* et *Passiflora serratifolia* sont actuellement devenus classiques et il est admis très généralement que c'est au moment de l'épanouissement que l'intensité respiratoire de la fleur est le plus grande. Plus tard Cahours, en 1864, signala, sans indiquer les espèces sur lesquelles il opérait, que la fleur qui commence à se développer dégage plus de gaz carbonique et consomme plus d'oxygène que celle qui a atteint son complet développement et Curtel, en 1899, expérimentant sur les *Iris sambucina, Linaria vulgaris, Anemone Japonica,* arriva à cette conclusion que les boutons de ces trois plantes respirent individuellement avec plus d'intensité que les fleurs épanouies, bien que présentant un poids notablement moindre.

Il y a une contradiction évidente entre les résultats obtenus par ces deux observateurs et ceux des expériences de de Saussure.

J'ai repris l'étude de la question, en opérant sur vingt espèces, appartenant aux familles les plus diverses, prises au hasard parmi les plantes qui fleurissaient pendant les mois d'août et septembre au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau et pendant le mois de décembre à Alger.

Je prélevais, pour chaque espèce, en général, quatre lots de fleurs à différents stades de développement, que je pesais et introduisais successivement dans quatre éprouvettes, contenant un volume déterminé d'air atmosphérique normal et placées ensuite à l'obscurité. Au bout de quelques heures, je faisais successivement une prise de gaz dans chacune des éprouvettes et j'en dosais le gaz carbonique à l'aide de l'appareil de Bonnier et Mangin. Au moyen de ces données, il était facile de déduire le volume de gaz carbonique dégagé en 1 heure dans chacun des quatre lots, soit par 1^g de fleurs, soit par une fleur prise individuellement.

Voici les résultats obtenus pour l'intensité respiratoire rapportée au gramme-heure.

Sur les vingt espèces étudiées, dix-sept (*Verbascum Thapsus, Aloe arborescens,* etc.) ont présenté une intensité respiratoire décroissant régulièrement depuis le bouton très jeune jusqu'à la fleur fraîchement épanouie; pour une seule (*Reseda lutea*), l'intensité respiratoire est restée sensiblement constante et, pour deux autres enfin (*Cucurbita maxima, Malvaviscus mollis*), l'intensité respiratoire est allée en croissant jusqu'à l'épanouissement. Il est à remarquer que ces deux espèces sont voisines de celles étudiées par de Saussure (*Cucurbita Melo-Pepo, Hibiscus speciosus*) et que, par conséquent, mes résultats concordent avec les siens sur ce point.

Chez les dix-sept espèces où l'intensité respiratoire de la fleur va en diminuant au cours de son développement, la rapidité de cette décroissance peut être caractérisée par le rapport des intensités respiratoires respectives, des boutons cueillis au stade le plus jeune et des fleurs fraîchement épanouies. Ce rapport varie dans une même plante, dans une mesure assez grande avec la teneur en eau de la fleur; mais mes expériences ayant été faites pendant des périodes très pluvieuses, les fleurs sur lesquelles j'ai expérimenté étaient, à ce point de vue, dans des conditions très comparables.

Le rapport varie beaucoup d'une espèce à une autre; dans les conditions de mes expériences, il a été de 3,2 dans le *Verbascum Thapsus,* 2,8 chez l'*Aloe arborescens,* 2,5 dans le *Tecoma Capensis,* 1,9 chez le *Linaria vulgaris,* 1,5 chez le *Narcissus Tazetta,* 1,4 chez l'*Hypericum perforatum,* 1,16 dans le *Ricinus communis,* 1,09 dans l'*Achillea Millefolium.*

En considérant maintenant l'intensité respiratoire rapportée à la fleur prise individuellement, j'ai trouvé que les vingt espèces étudiées, sans exception, présentaient une intensité respiratoire croissant régulièrement depuis les stades les plus jeunes jusqu'à l'épanouissement.

En résumé, on peut formuler les conclusions suivantes :

1° *Chez la plupart des plantes, l'intensité respiratoire (rapportée au poids*

frais et au gaz carbonique dégagé) va en décroissant, d'une manière régulière, depuis les stades les plus jeunes jusqu'à l'épanouissement.

2° *Chez un très petit nombre d'espèces, l'intensité respiratoire va, au contraire, en croissant, au cours du développement de la fleur, pour être le plus grande dans la fleur épanouie. Entre ces espèces et les précédentes on trouve tous les intermédiaires.*

3° *La respiration de la fleur prise individuellement va toujours en croissant depuis les stades les plus jeunes jusqu'à l'épanouissement.*

On peut rapprocher la marche décroissante de l'intensité respiratoire (rapportée au poids frais) de la fleur, au cours de son développement, de celle que présente la feuille. Les expériences de Garreau, Moissan, Bonnier et Mangin ont montré qu'à poids égal les feuilles jeunes des bourgeons en voie de développement respiraient avec plus d'intensité que les feuilles adultes; il n'est pas étonnant qu'il en soit de même chez les fleurs, qui ne sont que des groupes de feuilles adaptées à un rôle spécial.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la composition des liquides qui circulent dans le végétal; variations de l'azote dans les feuilles.* Note de M. G. André.

L'extraction directe, à l'aide d'une pression convenable, des liquides que renferme la plante permet d'étudier la nature et la forme même des éléments essentiels à la nutrition qui circulent dans ses tissus. On ne peut songer, même en employant une pression très énergique, à retirer d'un végétal tous les liquides que celui-ci contient, Connaissant la teneur totale de la plante ou des parties de la plante en eau, d'une part; la quantité de liquide retiré par expression et le poids de l'extrait sec, d'autre part, on peut calculer quelle est la quantité totale du liquide, chargé de matières en dissolution, qui est présente dans le végétal. Ceci suppose que la concentration des sucs est la même dans la partie du liquide extrait directement et dans celle qui demeure dans les débris végétaux. Cette supposition n'est pas absolument exacte, ainsi que je l'ai vérifié par des expressions successives : l'erreur n'est cependant pas très forte et j'admettrai, comme première approximation, l'identité de composition des sucs extraits avec ceux qui demeurent dans le végétal. Les chiffres qui figurent plus loin se rapportent à ce liquide total.

En procédant ainsi que je viens de le dire, pour retirer les sucs d'une

plante, on peut connaître, dans des conditions assez satisfaisantes, leur composition réelle à un moment donné, sans l'intervention d'aucun réactif : il suffit de filtrer, au bout de 24 heures de repos, le liquide conservé dans un vase fermé, en présence de quelques gouttes de toluène. J'examinerai aujourd'hui les différences de composition que présentent les sucs extraits : 1° des feuilles d'une plante annuelle à végétation rapide : *Papaver somniferum*; 2° des feuilles d'une plante à souche vivace : *Pyrethrum balsamita*, depuis le début de la végétation, jusqu'au moment de la floraison, c'est-à-dire pendant toute la période de la vie active de la feuille.

			100 parties de matière sèche contiennent :			contenu dans le suc des feuilles correspondant à 100 parties de matière sèche.		
		Eau dans 100 parties de matière humide.	Azote total.	Phosphore total calculé en PO^4H^3.	Suc des feuilles correspondant à 100 parties de matière sèche.	Azote total organique.	Azote des nitrates.	Phosphore total calculé en PO^4H^3.
Feuilles de Pyrèthre.	I. 3 mai 1905	89,63	3,83	2,01	g 906	g 0,9415	g 0,1382	g »
	II. 17 mai	89,44	3,37	1,81	887	0,8710	0,0827	1,1238
	III. 6 juin. Apparition de quelques tiges portant des boutons floraux	88,01	3,05	1,47	766	0,4948	0,0285	0,8732
	IV. 30 juin. Apparition des fleurs	86,32	2,53	1,46	667	0,4548	0,0447	0,9838
Feuilles de Pavot.	I. 14 juin. Avant apparition des boutons floraux	89,88	3,93	2,61	931	1,4895	0,5491	1,8152
	II. 28 juin. Formation des boutons floraux	86,92	3,82	2,48	716	1,3860	0,0636	1,8930
	III. 10 juillet. Floraison	84,15	3,24	2,26	575	1,1465	0,0986	1,1315

Tous les dosages de l'acide phosphorique ont été effectués par la pesée du phosphomolybdate d'ammonium (méthode au citrate de H. Pellet). On peut ainsi apprécier avec une grande précision de très faibles quantités d'acide phosphorique contenues dans certains liquides.

La comparaison des nombres inscrits dans le Tableau précédent conduit à formuler les remarques suivantes :

I. A mesure que les feuilles se déshydratent par suite des progrès de la végétation, la quantité d'azote total contenu dans 100 parties de suc diminue chez les feuilles de Pyrèthre : elle est égale à $0^g,103$ et $0^g,098$ aux deux premières prises d'échantillon ; elle s'abaisse à $0^g,064$ et $0^g,068$ aux deux prises suivantes. La quantité d'acide phosphorique total augmente au contraire. Chez les feuilles de Pavot, dont la déshydratation est cependant plus rapide que celle des feuilles de Pyrèthre, la quantité de l'azote total contenu dans 100 parties de suc est égale successivement à $0^g,159$, $0^g,193$, $0^g,199$, tandis que la proportion de l'acide phosphorique total est maxima à la deuxième prise d'échantillon, à laquelle correspond la formation des boutons floraux. La concentration des sucs en azote et acide phosphorique

solubles est notablement plus élevée chez les feuilles de la plante annuelle, à végétation rapide, que chez celles de la plante vivace.

II. Si l'on prend le rapport entre l'azote total du suc correspondant à 100 parties de matière sèche et l'azote total contenu dans 100 parties de matière sèche, on trouve que ce rapport, égal à $\frac{25}{100}$ environ aux deux premières prises d'échantillon des feuilles de Pyrèthre, s'abaisse à $\frac{17}{100}$ aux deux dernières prises. Chez les feuilles de Pavot, ce rapport, notablement plus élevé, est à peu près constant et égal à $\frac{36}{100}$. Par suite de l'évolution rapide de cette dernière plante, des quantités considérables d'azote soluble, élaborées dans la feuille, sont mises en circulation, afin de pourvoir aux besoins de la fructification.

L'élaboration de la matière azotée dans la feuille aux dépens des nitrates trouve, dans les chiffres du Tableau, une démonstration très nette, surtout dans le cas des feuilles de Pavot, et sur laquelle il est superflu d'insister. On notera seulement que la disparition des nitrates chez ces dernières feuilles est beaucoup plus rapide que chez les feuilles de Pyrèthre.

Les faits qui précèdent traduisent, en ce qui concerne l'azote, la différence qui existe entre le travail physiologique des feuilles d'une plante à souche vivace et celui des feuilles d'une plante annuelle, remarquable par la rapidité de son évolution. L'examen des variations simultanées de l'acide phosphorique et de l'azote conduit à des constatations analogues.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'hordénine : alcaloïde nouveau retiré des germes, dits* touraillons, *de l'orge*. Note de M. **E. Léger**, présentée par M. Guignard.

Par la méthode de Stas j'ai pu extraire des touraillons d'orge un alcaloïde nouveau que je propose de nommer *hordénine*.

En pratiquant la méthode sus-indiquée, l'alcaloïde est obtenu en solution éthérée; celle-ci, évaporée à sec, abandonne la base sous forme d'une matière poisseuse qui ne tarde pas à se prendre en une masse de cristaux. Le produit est purifié par des cristallisations répétées dans l'alcool.

Ainsi obtenue, l'hordénine forme des prismes assez volumineux, incolores, anhydres, presque insipides, fusibles à $+117°,8$ (corrigé) en un liquide incolore. Maintenue pendant longtemps à cette température ou mieux à 140-150°, elle se volatilise et peut, sans altération sensible, être sublimée à la façon du camphre. Sa solution alcoolique est sans action sur

la lumière polarisée; il en est de même de la solution aqueuse du sulfate.

M. Wyrouboff, qui a bien voulu examiner les cristaux d'hordénine, a constaté que ce sont des prismes orthorhombiques plus ou moins allongés, très fortement biréfringents; le rapport des axes étant 0,5257 : 1 : 0,3551.

L'hordénine se dissout abondamment dans l'alcool, le chloroforme, l'éther, moins dans le benzène, et peut cristalliser de ces divers solvants. Elle se dissout à peine dans le toluène et encore moins dans le xylène commercial. Sa solubilité dans les carbures du pétrole est à peu près nulle à froid.

L'hordénine est une base forte, qui non seulement bleuit le tournesol rouge, mais encore rougit la phtaléine du phénol et déplace, à froid, l'ammoniaque de ses sels. L'acide sulfurique concentré ne la colore pas. Elle est à peine attaquée par la potasse en solution concentrée et à chaud, ni même par la potasse en fusion. Par contre elle réduit, à froid, le permanganate de potassium en solution acide et, à chaud, l'azotate d'argent ammoniacal ainsi que l'acide iodique, ce dernier avec précipitation d'iode.

La composition de l'hordénine, ainsi que son poids moléculaire, correspondent à la formule [1] $C^{10}H^{15}NO$. Elle est donc isomérique avec l'éphédrine; mais, tandis que celle-ci est une base secondaire, l'hordénine, ainsi que nous le verrons plus loin, est une base tertiaire. C'est, de plus, une base monoacide, ne formant, par conséquent, qu'une seule série de sels. Ceux que j'ai préparés sont, en général, très solubles dans l'eau; mais tous, à l'exception du chlorhydrate, cristallisent facilement en solution aqueuse.

Sels. — Le *sulfate* $(C^{10}H^{15}NO)^2SO^4H^2 + H^2O$ cristallise en aiguilles prismatiques brillantes, facilement solubles dans l'eau, très peu solubles dans l'alcool à 95°.

Le *chlorhydrate* $C^{10}H^{15}NO, HCl$ cristallise dans l'alcool à 90° en fines aiguilles anhydres.

Le *bromhydrate* $C^{10}H^{15}NO, HBr$ forme de très longues aiguilles prismatiques, brillantes, anhydres, très solubles dans l'eau, moins solubles dans l'alcool à 90°.

L'*iodhydrate* $C^{10}H^{15}NO, HI$ cristallise en prismes allongés, anhydres, un peu moins solubles dans l'eau que le bromhydrate, peu solubles dans l'alcool à 90°.

Dérivé alcoylé. — L'*iodométhylate* $C^{10}H^{15}NO, CH^3I$ s'obtient : soit en chauffant à 110°, en tube scellé, la base avec CH^3I; soit en abandonnant, à froid, une solution éthérée ou alcoolique de base additionnée de CH^3I. Dans tous les cas, même avec un grand excès de CH^3I, le produit obtenu est le même. L'hordénine ne pouvant fixer qu'une seule molécule de CH^3I est donc bien une base tertiaire. L'iodométhylate cris-

---

(1) Les analyses seront publiées ailleurs.

tallise dans l'eau en prismes incolores, anhydres, beaucoup plus solubles à chaud qu'à froid.

DÉRIVÉ ACIDYLÉ. — L'*acétylhordénine* s'obtient en chauffant pendant 3 à 4 heures, à 100°, la base avec un excès d'anhydride acétique. Après décomposition de l'excès d'anhydride au moyen de l'eau, on met le dérivé acétylé en liberté par NH^3 et l'on extrait à l'éther. L'acétylhordénine reste, après évaporation de l'éther, sous la forme d'un liquide sirupeux, incristallisable. C'est un corps basique, dont le sulfate, très soluble dans l'eau et l'alcool, ne cristallise pas. L'iodhydrate, au contraire, est très peu soluble, à froid, et cristallise avec facilité.

L'iodhydrate d'acétylhordénine $C^{10}H^{14}(C^2H^3O)NO, HI$ s'obtient en ajoutant à la solution aqueuse concentrée du sulfate d'acétylhordénine une quantité équivalente de NaI en solution concentrée. Il se forme un abondant précipité cristallin qui, après lavage et dessiccation, est cristallisé successivement dans l'alcool à 90° et dans l'eau. Il forme ainsi des cristaux tabulaires, blanc jaunâtre, anhydres, très solubles dans l'alcool, surtout à chaud.

Nous avons tenté des expériences en vue de rechercher la constitution de l'hordénine. Dès maintenant, il est établi que son atome d'azote est tertiaire et que son atome d'oxygène existe dans la molécule à l'état d'oxhydrile. L'hordénine présente, en outre, un caractère phénolique très accentué; elle se dissout dans les alcalis caustiques et ceux-ci ne précipitent pas les solutions de ses sels; la solution de son sulfate se colore faiblement en violet bleu par le perchlorure de fer.

A la suite d'une observation faite par M. G. Roux, de Lyon, qui reconnut que le bacille du choléra est incapable de se développer dans le bouillon de touraillons, MM. Lauth, de Carcassonne, provoquèrent des expériences ayant pour but de rechercher la valeur thérapeutique de ce produit.

Les essais cliniques qui suivront les recherches physiologiques faites par M. L. Camus sur l'hordénine [1] établiront si cet alcaloïde agit sur l'organisme dans le même sens que le touraillon et s'il ne doit pas lui être avantageusement substitué.

PHYSIOLOGIE. — *L'hordénine, son degré de toxicité, symptômes de l'intoxication.* Note de M. L. CAMUS, présentée par M. Guignard.

J'ai entrepris à la demande de M. Léger l'étude physiologique d'un alcaloïde nouveau, l'*hordénine* [2], qu'il vient d'isoler des touraillons d'orge.

---

(1) Voir ci-dessous.

(2) Voir ci-dessus, p. 108.

Le produit qui m'a été confié est le sulfate d'hordénine; c'est un corps bien blanc, d'aspect cristallin et d'une grande solubilité dans l'eau.

Avant d'entreprendre cette recherche je me suis demandé si les propriétés de cette substance n'avaient pas été au moins partiellement entrevues par les expérimentateurs qui ont étudié l'orge. Or, voici ce que l'on sait jusqu'ici des propriétés thérapeutiques de l'orge (relativement à l'hordénine), et c'est je crois la connaissance de ces propriétés qui a conduit M. E. Léger à sa découverte.

En 1890, M. G. Roux (1) faisait connaître, dans un travail sur les touraillons d'orge, que ce produit employé comme milieu de culture est parfois très nuisible au développement de certains microbes et en particulier des vibrions cholériques. Cette remarque fut suivie d'un certain nombre d'applications médicales.

Plusieurs médecins du midi de la France essayèrent les infusions et macérations de touraillon dans la dysenterie et les affections cholériformes; les résultats furent encourageants et quelques médecins des colonies, qui firent ensuite usage de ce produit, obtinrent aussi pour la plupart d'excellents résultats. Le Conseil supérieur de santé des colonies, appelé à donner son appréciation, fit toutefois quelques réserves; il reconnut que les touraillons rendent des services, mais qu'ils ne sont pas à la hauteur des préparations d'ipéca et de sulfate de soude qui restent les véritables spécifiques de la dysenterie. La restriction dans cette appréciation tenait à quelques insuccès qui furent expliqués par G. Roux, par Fabre ainsi que par les travaux de Kayser (2) qui montrèrent que, suivant le mode de préparation, le touraillon subit des altérations plus ou moins considérables. Le séchage dans les tourailles ordinaires fait perdre à l'orge ses propriétés bactéricides, alors que le séchage dans la touraille Lauth laisse subsister ces propriétés et, par conséquent, les qualités thérapeutiques. L'alcaloïde isolé par M. Léger, très volatil aux températures qui modifient le touraillon, a justement été extrait des produits reconnus actifs.

Depuis 1901, époque à laquelle Boinet (3) publiait le résumé des tentatives thérapeutiques faites jusqu'alors avec le touraillon, ainsi que le résultat de ses recherches personnelles, conformes d'ailleurs à celui du Conseil supérieur de santé des colonies, il n'a pas été fait de travaux importants sur la question.

Nous nous trouvons donc aujourd'hui en face du problème suivant : quelles sont les propriétés physiologiques de l'alcaloïde extrait des touraillons et dans quelles limites peut-on en essayer l'action thérapeutique? L'étude que je poursuis donnera à brève échéance la réponse à ces questions; pour l'instant je me bornerai à faire connaître les propriétés toxiques et le degré de toxicité de la substance.

J'ai étudié la toxicité en pratiquant des injections intra-veineuses, des

(1) G. Roux, Société médicale de Lyon (*Lyon médical*, t. XLIV, 1890, p. 476-478).

(2) Kayser, *Étude des malts de brasserie* (*Annales de l'Institut Pasteur*, 1890, p. 484-499).

(3) Boinet, *Du touraillon d'orge en thérapeutique* (*Marseille médical*, t. XXXVIII, 15 novembre 1901, p. 673-681).

injections sous-cutanées et en faisant ingérer des solutions de sulfate d'hordénine; les solutions employées ont toujours été des solutions aqueuses, tantôt à 1 pour 100, tantôt à 1 pour 20 et quelquefois à 1 pour 40. Les animaux expérimentés ont été le cobaye, le lapin, le chien et le rat. Chez le cobaye, le lapin et le chien j'ai étudié l'effet toxique des injections intra-veineuses et chez le cobaye et le rat celui des injections sous-cutanées; enfin, chez le chien, j'ai étudié l'effet de l'ingestion.

D'une façon générale la toxicité du sulfate d'hordénine est faible, la dose minima mortelle pour le chien et le cobaye est de $0^{g},30$ par kilogramme en injection intra-veineuse; elle est un peu plus faible pour le lapin, $0^{g},25$ seulement. En injection sous-cutanée chez le cobaye la dose mortelle minima par kilogramme est de 2^{g}; chez le rat elle semble un peu plus faible, 1^{g} environ, mais les rats sur lesquels j'ai expérimenté étaient assez jeunes et leur faible poids ne me permet pas de donner cette dernière valeur comme très précise. Enfin le chien meurt après l'ingestion de 2^{g} par kilogramme. Tous ces chiffres sont le résultat de plus de 60 expériences que je rapporterai ailleurs en détail.

L'intoxication s'accompagne principalement de manifestations nerveuses; les symptômes observés sont surtout caractéristiques d'actions corticales et bulbaires. C'est d'abord une excitation plus ou moins forte suivie d'une phase de paralysie; les hallucinations tiennent une place importante dans la première phase. Ce sont ensuite des phénomènes convulsifs qui se traduisent par une série d'attaques cloniques et toniques plus ou moins marquées suivant l'espèce animale; enfin apparaît la paralysie. Les réactions bulbaires sont aussi très précoces, elles se montrent dès le début de l'intoxication sous forme de troubles respiratoires, on constate toujours une polypnée plus ou moins dyspnéique, suivie d'une phase plus ou moins prolongée d'apnée. Les vomissements sont également constants après l'ingestion d'une dose mortelle. La mort est la conséquence d'une action de la substance sur le bulbe, elle est due à un arrêt de la respiration; si l'on ouvre le thorax d'un animal qui a cessé de réagir, on constate que le cœur continue à battre encore pendant quelque temps. La respiration artificielle retarde ou empêche la mort. Il importe aussi de remarquer que la phase de l'intoxication pendant laquelle la mort peut survenir est toujours très courte; si l'animal surmonte cette phase, il se remet vite et complètement sans présenter de troubles consécutifs. A la suite d'une injection intraveineuse, je n'ai jamais vu la mort survenir passé une dizaine de minutes et après 45 minutes pour une injection sous-cutanée. Dans quelques

expériences je me suis préoccupé du sort de la substance dans l'économie et, d'après quelques analyses pratiquées par M. Léger, je puis dire qu'une partie de cette substance s'élimine par les urines.

En résumé, le sulfate d'hordénine est une substance peu toxique; elle donne lieu, quand elle est injectée ou ingérée à forte dose, à des manifestations d'origine corticale et bulbaire. Quand la mort se produit, elle est déterminée par un arrêt de la respiration. Si l'animal survit après avoir été fortement intoxiqué, il se remet complètement et très rapidement; dans les jours qui suivent, son poids n'est pas sensiblement modifié.

ZOOLOGIE. — *Sur les Échinodermes recueillis par l'expédition antarctique française du Dr Charcot.* Note de M. **R. Kœhler**, présentée par M. Alfred Giard.

M. le professeur Joubin a bien voulu me confier l'étude des Stellérides, Ophiures et Échinides recueillis dans l'océan Antarctique par l'expédition du Dr Charcot. La collection qui m'a été remise n'est pas très considérable, mais elle renferme des formes ayant un grand intérêt, notamment parmi les Astéries qui m'ont offert non seulement plusieurs espèces nouvelles, mais encore un genre nouveau et même une famille nouvelle. Les Ophiures, assez pauvrement représentées, ont fourni une espèce nouvelle. Quant aux Échinides, ils appartiennent à trois espèces déjà connues.

Voici l'énumération des espèces recueillies :

Stellérides.

Archastéridées : *Ripaster Charcoti* nov. gen., nov. sp.
Odontaster validus nov. sp.
Odontaster tenuis nov. sp.
Gymnastéridées : *Porania antarctica* Smith.
Stichastéridées : *Granaster biseriatus* nov. sp.
Astériadées : *Anasterias tenera* nov. sp.
Diplasterias Turqueti nov. sp.
Diplasterias papillosa nov. sp.
Brisingidées : *Labidiaster radiosus* Lütken.
Cryastéridées nov. fam. : *Cryaster antarcticus* nov. gen., nov. sp.

Ophiures.

Ophioglypha innoxia nov. sp.
Ophionotus Victoriæ Bell.

Échinides.

Arbacia Dufresnii (Blainville).
Echinus magellanicus (Philippi).
Echinus margaritaceus (Lamarck).

La seule inspection de cette liste montre que la faune échinologique observée par l'expédition Charcot est notablement différente de celle qu'ont rencontrée d'autres explorateurs antarctiques, celles de la *Belgica* et de la *Southern-Cross*, par exemple.

Parmi les Astéries, deux formes seulement appartiennent à des espèces déjà connues et d'ailleurs abondamment répandues vers la pointe méridionale de l'Amérique du Sud : ce sont les *Porania antarctica* et *Labidiaster radiosus*. Les huit autres sont nouvelles et appartiennent pour la plupart à des genres bien représentés dans les mers australes : *Odontaster, Granaster, Anasterias* et *Diplasterias*. J'ai dû créer le genre nouveau *Ripaster* pour une Archastéridée caractérisée par la minceur des plaques marginales. Enfin, une dernière forme, remarquable par l'absence complète de squelette dorsal, ne peut rentrer dans aucune famille connue de *Cryptozonia* et doit faire le type d'une famille nouvelle, celle des Cryastéridées, voisine des Echinastéridées.

Les Ophiures renferment une *Ophioglypha* nouvelle voisine de l'*O. Sarsi* et plusieurs exemplaires d'*Ophionotus Victoriæ*, espèce découverte récemment dans les mers australes par la *Southern-Cross* et remarquable par le morcellement des plaques brachiales latérales.

Les trois Echinides, que j'ai mentionnés plus haut, ont déjà été rencontrés plus ou moins fréquemment sur les côtes de la Patagonie et dans les parages du cap Horn. L'*Echinus margaritaceus* est représenté par de nombreux échantillons qui m'ont permis de compléter la description et de rectifier la synonymie de cette espèce.

Toutes ces formes seront décrites et figurées dans un Mémoire accompagné de planches.

La composition de la faune échinologique antarctique observée par l'expédition Charcot est complètement différente de celle que l'on rencontre dans les mers arctiques et son étude viendrait encore, si cela était nécessaire, apporter un nouvel argument contre la théorie de la bipolarité des faunes arctique et antarctique. Cette théorie a déjà été combattue par plusieurs zoologistes et par moi-même : plus les observations se multi-

plient, plus les différences se montrent nombreuses et accentuées entre les faunes des régions arctique et antarctique de notre globe.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la valeur des éléments magnétiques à l'Observatoire du Val-Joyeux au 1er janvier* 1906. Note de M. **Th. Moureaux**, présentée par M. Mascart.

Aucune modification n'a été apportée, en 1905, à la marche du service magnétique établi depuis 1902 à l'Observatoire du Val-Joyeux; comme les années précédentes, les observations ont été faites par M. J. Itié, avec les mêmes appareils, et réduites d'après les mêmes méthodes.

Les valeurs des différents éléments au 1er janvier 1906 résultent de la moyenne des valeurs horaires relevées au magnétographe le 31 décembre 1905 et le 1er janvier 1906, rapportées à des mesures absolues faites le 30 décembre et le 2 janvier.

La variation séculaire est déduite de la comparaison entre les valeurs actuelles et celles qui ont été données pour le 1er janvier 1905 (1).

Valeurs absolues et variation séculaire des éléments magnétiques à l'Observatoire du Val-Joyeux.

Éléments.	Valeurs absolues au 1er janvier 1906.	Variation séculaire.
Déclinaison occidentale	14°53′,73	−3′,96
Inclinaison	64.48,8	−2,3
Composante horizontale	0,19729	+0,00005
Composante verticale	0,41951	−0,00064
Composante Nord	0,19066	+0,00011
Composante Ouest	0,05071	−0,00021
Force totale	0,46359	−0,00055

La station du Val-Joyeux est située à Villepreux (Seine-et-Oise), par 0°19′23″ de longitude Ouest, et 48°49′16″ de latitude.

(1) *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 107.

OCÉANOGRAPHIE. — *Courants marins profonds dans l'Atlantique Nord.* Note de M. A. Chevallier.

Pendant la campagne faite par S. A. S. le prince de Monaco, à bord de la *Princesse-Alice,* en 1904, des échantillons d'eaux en série verticale, avec détermination de leur température *in situ,* ont été recueillis en quatre points situés entre les Açores et les Canaries.

	Lat. N.	Long. W.	Profondeur.
	° ′	° ′	m
A	33.06	25.07	4904
B	31.46	25.01	5423
C	32.18	23.58	5422
D	31.06	24.06.30″	5000

Les analyses de ces échantillons, et en particulier la mesure des densités S_4^0 et S_4^θ, ont été exécutées par M. Allemandet, chimiste du Prince à Monaco.

Ces données m'ont servi à établir les éléments de la circulation sous-marine, d'après la méthode de M. Thoulet (*Comptes rendus,* t. CXXXVIII, p. 527).

J'ai trouvé les résultats suivants entre 25ᵐ et 300ᵐ de profondeur, rapportés aux points M (lat. = 32°23′ N, long. = 24°41′ W) et N (lat. = 31°43′ N, long. = 24°22′ W), centres respectifs des triangles ABC et BCD. Les valeurs formant un Tableau complet de la circulation océanique ont été ensuite calculées et représentées graphiquement jusqu'au fond.

	M.			N.		
Profondeur.	Direction.	Intensité.	Inclinaison.	Direction.	Intensité.	Inclinaison.
25ᵐ	S. 32° E.	66	58″	S. 30° E.	61	23″
50	S. 35° E.	175	36″	S. 65° E.	37	34″
100	S. 43° E.	14	»	S. 32° E.	30	»
130	S. 32° W.	15	»	»	»	»
150	S. 55° W.	19	»	S. 16° W.	31	»
175	S. 32° E.	4	»	»	»	»
200	N. 42° E.	20	»	S. 35° E.	102	3′ 23″
300	N. 28° E.	9	»	»	»	»

Les courants dont l'intensité est représentée par un chiffre égal ou inférieur à 5 résultent de différences de densité, entre les trois points considérés, égales aux erreurs expérimentales commises dans la mesure de ces densités; ils peuvent donc être considérés comme nuls.

Ces résultats sont susceptibles d'être mis sous forme de graphiques permettant d'apercevoir d'un seul coup d'œil les conditions de la circulation à une profondeur quelconque, depuis la surface jusqu'au fond, le long des verticales des points M et N.

Sur une droite verticale et aux diverses profondeurs, indiquées à l'échelle, où ont lieu les variations maxima des courants, on imagine que le courant est figuré en vraie direction par une droite de longueur proportionnelle à son intensité ou gradient sur un plan perpendiculaire à la verticale, c'est-à-dire horizontal, orienté : l'Est à droite, l'Ouest à gauche, le Nord et le Sud en face du spectateur. On rabat ensuite tous ces plans le long de la verticale, de manière que leur nouvelle orientation soit absolument celle d'une carte géographique.

Une construction graphique très simple permet d'abréger considérablement, tout en conservant la même rigueur, les calculs trigonométriques de la méthode de M. Thoulet.

L'examen des deux schémas montre que :

1° La circulation océanique est notablement plus active au voisinage de la surface que dans les profondeurs où elle diminue d'intensité jusqu'à devenir sensiblement nulle;

2° Les courants, suivant une même verticale, quoique souvent très rapprochés l'un de l'autre, peuvent manifester des directions notablement différentes;

3° Dans la région comprise entre les Açores et les Canaries, les courants superficiels donnent une direction qui est bien celle connue pratiquement à cette place du grand courant tropical et équatorial.

Cette concordance prouve l'exactitude de la méthode de M. Thoulet. Elle permettra dans l'avenir, lorsqu'un nombre suffisant de points auront été déterminés, de reconnaître le plan limite inférieur d'un courant, c'est-à-dire en quelque sorte le sol liquide sur lequel il progresse et, en outre, de passer de la connaissance de l'intensité d'un courant évalué en gradient, à son intensité évaluée en mètres, c'est-à-dire à sa vitesse réelle.

M. A. Lefranc a déposé à l'Académie, le 15 juillet 1902, un pli cacheté. Sur la demande de l'auteur, ce pli a été ouvert à la séance du 23 octobre 1905 et renvoyé à l'examen de MM. Mascart et Cailletet.

M. Lefranc décrit, dans sa Note, un dispositif qui permet de faire fonc-

tionner un gouvernail à distance au moyen d'une roue à contacts alternatifs, commandée par des ondes hertziennes.

M. **Alfred Brust** adresse une Note sur un *Nouvel appareil destiné à démontrer la rotation de la Terre.*

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 26 décembre 1905.

Institut de France. *Observatoire d'Abbadia. — Observations;* Tome III : *Observations faites au cercle méridien en* 1902 *et* 1903, par MM. Verschaffel, Lahourcade, Sougarret, Bergara et Sorreguieta, publiées par M. l'Abbé Verschaffel, Directeur de l'Observatoire. Ascain, imprimerie de l'Observatoire d'Abbadia, 1905; 1 vol. in-4°.

Ministère des Travaux publics. *Carte géologique de la France,* à l'échelle du millionième, exécutée en utilisant les documents publiés par le Service de la Carte géologique détaillée de la France, sous la direction de M. Michel Lévy, Membre de l'Institut. Paris, 1905; 1 feuille, sur toile, in-plano. (Présenté par M. Michel Lévy.)

Mission scientifique permanente d'Exploration en Indo-Chine. *Décades zoologiques : Oiseaux;* n° 3. Hanoï, 1905; 1 fasc. in-8°. (Exemplaire n° 16.) (Présenté par M. Delage.)

Service géographique de l'Armée. *Rapport sur les travaux exécutés en* 1904. Paris, 1905; 1 fasc. in-8°.

Cours de Chimie organique, par Armand Gautier, Membre de l'Institut, et Marcel Delépine; 3e édition, mise au courant des travaux les plus récents. Paris, Masson et Cie, 1906. 1 vol. in-8°. (Hommage des auteurs.)

L'année biologique. Comptes rendus annuels des travaux de Biologie générale, publiés sous la direction de M. Yves Delage, Membre de l'Institut; 8e année, 1903. Paris, H. Le Soudier, 1905; 1 vol. in-8°. (Hommage de M. Delage.)

Résultat des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par Albert Ier, Prince souverain de Monaco, publiées sous la direction et avec le concours de M. Jules Richard. Fascicule XXXI : *Description des encéphales de* Grampus griseus *Cuv., de* Steno frontatus *Cuv., et de* Globicephalus melas *Traill, provenant des campagnes de la « Princesse-Alice »*, par Auguste Pettit; avec 4 planches. Imprimerie de Monaco, 1905; 1 fasc. in-4°.

Les Rudistes urgoniens, deuxième Partie, par V. Paquier; planches VII-XIII.

(*Mémoires de la Société géologique de France : Paléontologie;* Tome XIII, fasc. 4.) Paris, 1905 ; 1 fasc. in-4°.

L'Inversion photographique, par A. Guébhard. (Extrait de la *Revue des Sciences photographiques,* 1904-1905.) Paris; 1 fasc. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 janvier 1906.

Travaux du Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de l'Université de Grenoble, 1904-1905; t. VII, fasc. 2. Grenoble, 1905; 1 vol. in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse, 2e série, t. V. Toulouse, 1905; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts de la Sarthe, 2e série, t. XXXII, années 1905 et 1906, 2e fascicule. Le Mans, 1905; 1 vol. in-8°.

Teoria delle transformazioni delle superficie applicabili sulle quadriche rotonde; Memoria del socio Luigi Bianchi. Rome, 1905; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Méthodes de calcul graphique en usage à l'Observatoire royal de Lisbonne, par Frederico Oom. Lisbonne, 1905; 1 fasc. in-8°.

Algunas consideraciones sobre las corrientes electricas, por Ignacio Virgen. Colima, 1905; 1 fasc. in-12.

De l'enseignement de la Géologie et de la Géographie industrielles aux ingénieurs et aux agents coloniaux, par J.-M. Bel. Bruxelles, 1905; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Origin of petroleum and coal, by a California oil-vell driller. Whittier, 1905 ; 1 fasc. in-12.

Notes on the life history of british flowering plants, by Lord Avebury. Londres, 1905; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Remarques sur l'ornithologie de l'Etat indépendant du Congo, suivies d'une liste des espèces recueillies jusqu'ici dans cet Etat, par le Dr Alph. Dubois; t. I, fasc. 1. (*Annales du Musée du Congo : Zoologie;* série IV.) Bruxelles, 1905; 1 fasc. in-f°.

The dietetics, by E.-J. David. San-Francisco, 1905; 1 fasc. in-8°.

Das Versuchs-Kornhaus und seine wissenschaftlichen Arbeiten, von J.-F. Hoffmann; Berlin, 1904; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Beiträge zur Theorie und Praxis der Trocknung von Getreide und anderen Körpern, von J.-F. Hoffmann. Berlin, 1905; 5 fasc. in-4°.

Transactions of the clinical Society of London; vol. XXXVIII. Londres, 1905 ; 1 vol. in-8°.

Transactions of the Academy of Sciences of Saint-Louis; vol. XV, nos 1-5. Saint-Louis, 1905; 1 vol. et 4 fasc. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 8 janvier 1906.

Connaissance des Temps ou des mouvements célestes, pour le méridien de Paris, à l'usage des astronomes et des navigateurs, pour l'an 1908, publiée par le Bureau des Longitudes. Paris, Gauthier-Villars, 1905; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Radau.)

Annales du Bureau central météorologique de France, publiées par E. MASCART, Membre de l'Institut; année 1902 : II. *Observations;* année 1903 : III. *Pluies en France*. Paris, Gauthier-Villars, 1905; 2 vol. in-4°. (Présenté en hommage par M. Mascart.)

Recherches sur l'épuration biologique et chimique des eaux d'égout, effectuées à l'Institut Pasteur de Lille et à la station expérimentale de la Madeleine, par le Dr A. CALMETTE, Correspondant de l'Institut; t. I. Paris, Masson et Cie, 1905; 1 vol. in-8°. (Hommage de M. le Dr A. Calmette.)

La greffe en sève active pour la transformation des vieilles souches en cépages productifs, par A. DETROYES. Bar-sur-Seine, imp. Vve C. Saillard, 1906; 1 fasc. in-12.

Revue scientifique, paraissant le samedi. Directeur : Dr TOULOUSE; 5e série, t. V, n° 1, 6 janvier 1906. Paris; 1 fasc. in-4°.

La Nature, Revue des Sciences et de leurs applications aux Arts et à l'Industrie, journal hebdomadaire illustré; 34e année, n° 1702, 6 janvier 1906. Paris, Masson et Cie, 1 fasc. in-4°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publ. par S. JACOUD et A. MOTET; 3e série, t. LV, n° 1, 2 janvier 1906. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Le Progrès médical, journal hebdomadaire; 3e série, t. XXII, n° 1, 6 janvier 1906. Paris, 1 fasc. in-4°.

(*A suivre.*)